



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

“ESTUDIO DE LOS DISEÑOS DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PARA LA POBLACIÓN
DE PUERTO VILLAMIL, CANTÓN ISABELA, PROVINCIA DE
GALÁPAGOS”

AUTOR:

FRANCISCO GABRIEL RUBIO VEGA

DIRECTOR:

ING. HERNÁN ROMERO

QUITO, 2015

DEDICATORIA

Primero deseo agradecer a Dios por haberme dado la vida y bendecido al
tener salud y una familia muy unida.

A mis padres, Martha Vega y Francisco Rubio, quienes me brindaron su
apoyo y amor incondicional, quienes me animaban cada vez con sus
palabras cuando sentía que las cosas se complicaban.

A mi hermano, familiares y amigos que de una forma u otra me
brindaron su apoyo y me daban ánimos para seguir adelante en toda la
carrera hasta llegar a mi meta.

A los profesores de toda mi carrera universitaria que supieron
inculcarme sus conocimientos en cada aula y que día a día los pondré en
práctica.

AGRADECIMIENTO

Primero deseo agradecer a Dios por haberme dado la vida y bendecido al tener salud y una familia muy unida.

A mis padres, Martha Vega y Francisco Rubio, quienes me brindaron su apoyo y amor incondicional, quienes me animaban cada vez con sus palabras cuando sentía que las cosas se complicaban.

A mi hermano, familiares y amigos que de una forma u otra me brindaron su apoyo y me daban ánimos para seguir adelante en toda la carrera hasta llegar a mi meta.

A los profesores de toda mi carrera universitaria que supieron inculcarme sus conocimientos en cada aula y que día a día los pondré en práctica.

RESUMEN

La presente disertación de grado resume paso a paso el estudio y diseño de la planta de tratamiento de una población que se encuentra con esta necesidad de manera urgente, ya que por la falta de la misma está produciendo un gran impacto negativo al medio ambiente.

Para el diseño de la planta primero se realiza una proyección poblacional y encontrar sus dimensiones, el mismo que debe funcionar con eficiencia hasta que cumpla su vida útil.

El proyecto es de gran beneficio para la población, ya que con el tratamiento de aguas servidas reducirá el impacto negativo que viene produciéndose todo éstos tiempos y mejorará el desarrollo de la flora y fauna de la isla que estaba siendo alterada.

Para el proceso de construcción y funcionamiento se ha realizado un estudio y un Plan de Manejo Ambiental para evitar alteraciones en el área a ejecutarse el proyecto.

Finalmente se realiza el presupuesto de la obra, para esto se realizó un análisis de precios unitarios en el cual se tomó en consideración los costos locales y tener un valor real de la ejecución de la planta de tratamiento.

Contenido

1.	GENERALIDADES	1
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	OBJETIVOS Y ALCANCE	2
1.2.1.	OBJETIVOS.....	2
1.2.2.	ALCANCE	2
1.3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA	3
1.3.1.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	4
1.3.2.	POBLACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	5
1.3.3.	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	6
1.3.4.	FLORA Y FAUNA.....	7
1.3.5.	CLIMATOLOGÍA	9
1.3.6.	GEOLOGÍA	10
2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	11
2.1.	PERIODO DE DISEÑO	11
2.1.1.	VIDA ÚTIL DE LOS MATERIALES Y ESTRUCTURAS.....	12
2.1.2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS ZONAS DE INTERÉS	13
2.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	14
2.2.1.	ANÁLISIS DEL ÁREA DE ASENTAMIENTO POBLACIONAL Y LA POSIBILIDAD DE AMPLIARSE.....	14
2.2.2.	ANÁLISIS DEL CAUDAL FINAL DEL COLECTOR	14
2.2.3.	REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DESCARGADAS AL MAR	20
2.2.4.	DISPONIBILIDAD DE TERRENO Y PERSONAL PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	24
3.	DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	25
3.1.	TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	25
3.1.1.	TRATAMIENTO PRIMARIO.....	25
3.2.	COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	26
3.2.1.	TANQUE SÉPTICO	26
3.3.	DISEÑO DEL TANQUE SÉPTICO.....	32
3.3.1.	BASES DE DISEÑO.....	32
3.3.2.	DISEÑO DEL TANQUE	33
3.4.	DISEÑO DE FILTRO DE ARENA Y RIPIO	40
3.4.1.	ARENA	41

3.4.2.	RIPIO.....	42
3.4.3.	DISEÑO	42
3.5.	DISEÑO DE LA PLACA DE SECADO DE SEDIMENTOS	47
3.6.	DISEÑO DE LA DESCARGA FINAL	49
3.6.1.	DESCARGA DE SÓLIDOS.....	49
3.6.2.	DESCARGA DE LÍQUIDO.....	49
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	53
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	53
4.1.1.	MAPA	53
4.1.2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	54
4.1.3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	55
4.1.4.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	55
4.1.5.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	56
4.2.	LÍNEA BASE AMBIENTAL.....	56
4.2.1.	FACTORES ABIÓTICOS	57
4.2.2.	FACTORES BIÓTICOS	58
4.2.3.	ECONOMÍA.....	59
4.2.4.	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	60
4.2.5.	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA.....	60
4.3.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	60
4.3.1.	MÉTODO DE EVALUACIÓN. ALGORITMO PARA USO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD 61	
4.3.2.	INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE LEOPOLD	66
4.4.	IMPACTOS AMBIENTALES	68
4.4.1.	IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	68
4.4.2.	IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	68
4.5.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	69
4.5.1.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	70
4.5.2.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	70
4.6.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	71
4.6.1.	OPERACIÓN	71
4.6.2.	SEGURIDAD	71

4.7.	CONCLUSIONES.....	73
5.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	74
5.1.	ESPECIFICACIONES DE LA CONSTRUCCIÓN.....	74
5.1.1.	TRAZADO Y REPLANTEO	74
5.1.2.	DESBROCE Y LIMPIEZA	75
5.1.3.	EXCAVACIÓN A MANO	77
5.1.4.	ACERO DE REFUERZO	83
5.1.5.	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	85
5.1.6.	ENLUCIDO.....	87
5.1.7.	ACARREO MECÁNICO.....	88
5.1.8.	CHARLA EDUCATIVA-PUBLICITARIA	88
5.1.9.	AGUA PARA CONTROLAR POLVO.....	89
5.1.10.	SILLA YEE	90
5.1.11.	TUBERÍA PLÁSTICA	90
5.1.12.	BOMBA CENTRÍFUGA.....	91
5.2.	ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES	91
5.2.1.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZARSE.....	91
5.2.2.	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL HORMIGÓN	95
5.2.3.	PROCESO DE HORMIGONADO	97
6.	CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE RESERVA ...	101
6.1.	DIMENSIONES	101
6.2.	CARGAS PRESENTES	103
6.3.	PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL	104
6.3.1.	PLANTA DE TRATAMIENTO	104
6.3.2.	TANQUE DE RESERVA.....	105
6.4.	PREDISEÑO DE LOSAS	106
6.4.1.	DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE LA LOSA MACIZA.....	106
6.4.2.	DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS LOSAS NERVADAS	108
6.5.	DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS SOBRE LAS LOSAS.....	112
6.6.	DISEÑO DE LAS LOSAS.....	114
6.6.1.	MOMENTOS Y FUERZAS DE CORTE EN LA LOSA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	116
6.6.2.	MOMENTOS Y FUERZAS DE CORTE EN LA LOSA DEL TANQUE DE RESERVA	138
6.6.3.	DISEÑO A FLEXIÓN DE LA LOSA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	143

6.6.4.	DISEÑO A FLEXIÓN DE LA LOSA DEL TANQUE DE RESERVA	146
6.7.	DISEÑO DE VIGAS	148
6.7.1.	PREDISEÑO DE VIGAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	148
6.7.2.	PREDISEÑO DE VIGAS DEL TANQUE DE RESERVA	154
6.7.3.	DISEÑO A FLEXIÓN Y CORTE DE LAS VIGAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO 157	
6.7.4.	DISEÑO A FLEXIÓN Y CORTE DE LAS VIGAS DEL TANQUE DE RESERVA	169
6.8.	DISEÑO DE LA LOSA INFERIOR	174
6.8.1.	DISEÑO DEL REFUERZO LONGITUDINAL DE LA LOSA INFERIOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	174
6.8.2.	DISEÑO DEL REFUERZO TRANSVERSAL DE LA LOSA INFERIOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	181
6.8.3.	DISEÑO DEL REFUERZO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LA LOSA INFERIOR DEL TANQUE DE RESERVA	189
6.9.	DISEÑO DE MUROS	195
6.9.1.	DISEÑO DEL REFUERZO DE MUROS Y SEPARACIONES DE MÓDULOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	195
6.9.2.	DISEÑO DEL REFUERZO DE LOS TABIQUES DE SEPARACIÓN ENTRE LOS TANQUES DE LOS PANELES I Y II, IV Y V, VII Y VIII DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO..	198
6.9.3.	DISEÑO DEL REFUERZO DE LOS TABIQUES DE SEPARACIÓN ENTRE LOS TANQUES DE LOS PANELES II Y III, V Y VI, VIII Y IX DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .	201
6.9.4.	DISEÑO DEL REFUERZO DE LOS MUROS DEL TANQUE DE RESERVA.....	204
6.10.	DISEÑO DE COLUMNAS.....	207
6.10.1.	DISEÑO DE COLUMNAS EXTERNAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	207
6.10.2.	DISEÑO DE COLUMNAS INTERNAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	212
6.10.3.	DISEÑO DE COLUMNAS EXTERNAS E INTERNAS DEL TANQUE DE RESERVA	217
7.	PRESUPUESTO	222
7.1.	ELEMENTOS DEL PRESUPUESTO	222
7.2.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	222
7.2.1.	COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA	222
7.2.2.	COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA.....	223
7.3.	ANÁLISIS DE COSTO DE MANO DE OBRA	224
7.3.1.	OFICIAL.....	225
7.3.2.	ALBAÑIL.....	226
7.3.3.	MAESTRO	227

7.4.	ANÁLISIS DE LOS COSTOS DEL PROYECTO	228
7.5.	PRESUPUESTO	249
6.6.	CRONOGRAMA.....	250
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	251
8.1.	CONCLUSIONES.....	251
8.2.	RECOMENDACIONES.....	252
7.3.	BIBLIOGRAFÍA.....	252

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de encontrar soluciones para mejorar la calidad de vida de la población y disminuir el impacto ambiental causado por las aguas servidas que son desalojadas al mar en la Parroquia de Puerto Villamil, el Ilustre Municipio de Isabela ha manifestado la necesidad de contar con una Planta De Tratamiento de Aguas Servidas para realizar los diferentes procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes que pueden causar impacto en los seres vivos y en el medio ambiente.

Para realizar el presente estudio, la Facultad de Ingeniería, Escuela Civil de La Pontificia Universidad Católica del Ecuador prepara estudiantes, quienes están en la capacidad de diseñar, calcular y realizar los planos para la ejecución de un proyecto de planta de tratamiento de aguas servidas.

En el presente proyecto vamos a mejorar la calidad del agua sanitaria que se desemboca en el mar y que luego se mezclará con el mismo y que en un futuro pueden tener contacto y hasta consumo humano, como el agua es el elemento más importante para la vida de todos los seres vivos que habitamos en este planeta, debemos cuidar y no contaminar este elemento vital.

Este proyecto se complementa con el estudio de Impacto Ambiental, análisis de precios unitarios de los diferentes rubros que intervendrán en la obra, presupuesto, el

cronograma de actividades de construcción y avance, en el cual se adjuntara los diferentes planos necesarios para su elaboración.

1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE

1.2.1. OBJETIVOS

1.2.1.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y determinar la opción más eficiente para obtener un tratamiento primario de las aguas residuales de la población de Puerto Villamil.

1.2.1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Obtener datos de información de campo, esencialmente topografía, para elaborar los perfiles del terreno en las posibles zonas de construcción de las plantas de tratamiento.
- Diseñar la planta de tratamiento de cada uno de los componentes que constituyen un sistema de tratamiento primario: básicamente la estructura, dispositivos de sedimentación y filtración.
- Cumplir con lo dispuesto en las leyes vigentes para proteger el medio ambiente y la naturaleza

1.2.2. ALCANCE

El presente estudio culminará con el diseño de La Planta de Tratamiento de las Aguas Servidas, ajustándose a la forma más técnica y económicamente factibles

para la posterior construcción de la planta de tratamiento de la población de Puerto Villamil.

Se realizará un análisis completo de datos topográficos, hidráulicos y geológicos de la zona para tomar las debidas precauciones en el momento de la ejecución, donde se complementará con un estudio de la economía del sector y buscar la forma de mejorar su estabilidad económica abriendo plazas de empleo.

Realizar un estudio completo de impacto ambiental, donde se tomara en cuenta los efectos negativos al momento de ejecutar el proyecto y buscar la forma de reducir el impacto para no afectar al ecosistema.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

Puerto Villamil, pertenece a la Isla Isabela, la cual es una de las 4 islas pobladas de la provincia de Galápagos cuya capital es puerto Baquerizo Moreno.

Isabela es un lugar de visita obligado para los amantes de la naturaleza pues cuenta con una belleza exótica por la variedad de especies de flora y fauna cerca de la zona urbana.

Puerto Villamil cuenta con muchas lagunas muy cercanas a la población y alberga una gran variedad de aves. Este puerto posee poca infraestructura turística, pero es muy pintoresco. La ciudad fue bautizada en honor al General Villamil, quien tomó posesión de las islas Galápagos.

Puerto Villamil, tiene una inmensa playa de arena fina y blanca, con una extensión de 3 kilómetros aproximadamente sobre la cual se puede apreciar gran cantidad de aves migratorias.

En los últimos 5 años ha venido evolucionando como un sitio turístico, el cual a futuro será un destino que llamará la atención del mundo entero, convirtiéndolo en uno de los más importantes del Ecuador por su gran variedad de flora y fauna que rodea a la población y por sus playas de agua cristalina.

1.3.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

1.3.1.1. UBICACIÓN

Las islas Galápagos constituyen un archipiélago del océano Pacífico ubicado a 972 km de la costa de Ecuador. Está conformado por 13 islas grandes con una superficie mayor a 10 km², 6 islas medianas con una superficie de 1 km² a 10 km² y otros 215 islotes de tamaño pequeño.

La Isla Isabela es la isla más extensa del archipiélago, con una superficie de 4588 km² y ocupa el 60% de la zona terrestre de las islas. La forma de la isla se debe a la fusión de cinco grandes volcanes (Cerro Azul, Sierra Negra, Salcedo, Darwin y Wolf) en una sola masa, su capital es Puerto Villamil que se ubica al sur de la Isla Isabela.

Para poder llegar a la provincia de Galápagos existen dos maneras de hacerlo, la primera es por vía marítima que puede ser desde la Ciudad de Guayaquil que se toma un tiempo de 72 horas y por medio aéreo tomando vuelos comerciales desde la

Ciudad Guayaquil, la cual toma una hora y media de viaje o desde la Ciudad de Quito y su tiempo de viaje es de dos horas.

1.3.1.2. LÍMITES

Puerto Villamil se limita con zonas protegidas del Parque Nacional Galápagos al Norte, Este y Oeste, en la parte Sur se limita con las playas que son bañadas por océano Pacífico que rodea a toda la Isla Isabela.

1.3.1.3. COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Puerto Villamil está ubicado en la costa sur este de Isabela.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud: **-0.961363**

Longitud: **-91.0007**

1.3.2. POBLACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

Puerto Villamil es la capital de la Isla Isabela, tiene la población más pequeña de Galápagos, en la actualidad cuenta con aproximadamente 2950 habitantes en la zona urbana y rural.

Según el último censo realizado en el 2010, Puerto Villamil contaba con una población de 2256 habitantes que se encuentra distribuida en 13 barrios, de los cuales el 47% de la población son mujeres y el 53 % hombres.

El proyecto se va a realizar en la zona urbana en la que se tiene actualmente una población de 2725 habitantes en un área de 97 hectáreas, datos proporcionados por el Director de Obras Públicas del Municipio de Isabela en el 2013.

En las estadísticas que se ha obtenido en el crecimiento poblacional el INEC nos indica la siguiente tabla:

INDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO
1982	4,91
1990	5,87
2001	5,86
2010	3,32

Tabla 1.3.2.1. Índice de Crecimiento Poblacional

1.3.3. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La población de Puerto Villamil de acuerdo al último censo realizado en el 2010, tiene una Población Económicamente Activa del 65% y el 35% Inactiva.

Las principal actividad económica que predomina en la población es el turismo con un 40%, luego esta las actividades de jornalero, empleado público y la pesca con un 15% cada uno, la agricultura con el 10% y el 5% son amas de casa.

1.3.4. FLORA Y FAUNA

1.3.4.1. FLORA¹

Se han identificado en el Archipiélago 220 especies de plantas endémicas, 399 nativas y 119 introducidas; esta flora fue transportada por los vientos, el mar, el hombre o bien por las propias aves que emigraron desde el continente llevando en sus plumas, patas y picos algunas semillas que pudieron desarrollarse en el suelo insular, modificando, con el transcurrir del tiempo, su propia estructura y fisiología como resultado de su aclimatación al nuevo medio de vida. Debido a estas adaptaciones algunas especies de las islas son únicas en el mundo, y muchas son similares a las del continente americano.

En las islas bajas se observan paisajes desérticos debido a la baja humedad del ambiente y a la falta de lluvias. En cambio, las que son más elevadas reciben lloviznas y aguaceros más frecuentes por lo que poseen una mayor presencia de vegetación.

En la zona húmeda baja crecen grandes helechos y en la zona húmeda alta (entre 200 y 500 mts. de altura) crecen el guayabillo, pasiflora, cafetillo, musgos, hongos. Abunda el árbol de la guayaba u otras especies del páramo andino. Se han sembrado cítricos que se desarrollan en forma exuberante, lo mismo que hortalizas, maíz y papa. Los suelos favorables para la agricultura son reducidos llegan únicamente a una 10% de la superficie total.

¹<http://www.ecuale.com/galapagos/flora.php>

En las islas mayores de Galápagos se han establecido cuatro zonas ecológicas: del litoral, baja o seca, de transición y húmeda. En la primera se encuentra especies como arrayancillo, mangle como el rojo, jeli y blanco y monte salado. En la segunda zona crecen el cactus, palo santo, algarrobo, manzanillo, chala, y muyuyo.

Y en la parte húmeda existe el guayabillo, uña de gato, cafetillo y algunos tipos de musgo, helechos y hongos. La flora abarca un total de 932 especies, 7 maderables y 925 no maderables.

1.3.4.2. FAUNA²

Las características de su fauna y flora convierten a las Islas Galápagos en un territorio único en el mundo.

El gran interés científico y turístico a nivel mundial por este archipiélago ha sido originado, en gran parte, por la facilidad para observar diferentes especies de una fauna variada que incluye a la tortuga gigante, su promedio de vida es 150 años, de la cual persisten 11 de las 14 subespecies originales.

La iguana marina es también de suma importancia, por constituir el único reptil adaptado a la vida del mar. El gran número y variedad de aves constituyen un gran interés para científicos y turistas, alrededor de 56 variedades habitan en el archipiélago, de las cuales cerca de 27 se encuentran sólo en Galápagos y algunas son endémicas de una sola isla.

Galápagos posee una fauna terrestre y marina muy diversa e impresionante como las iguanas marina y terrestre, lobo de dos pelos, gavián de galápagos, garza de lava,

² <http://www.ecuale.com/galapagos/fauna.php>

iguana terrestre, gaviotas de cola bifurcada y de lava, albatros de galápagos, culebra, fragatas real y común, tortuga gigante, pinzones de Darwin, murciélago de galápagos, ballena jorobada, cormorán, rata endémica, ratón de galápagos, flamingo, pingüino de galápagos, que viven en las zonas más frías, piqueros, lobo marino, la lagartija de lava y la golondrina.

La biodiversidad faunística totaliza 137 especies animales de las cuales 108 son de aves, 12 de mamíferos y 17 reptiles. En Galápagos no hay anfibios.

1.3.5. CLIMATOLOGÍA

El Clima de Galápagos tiene tan solo dos estaciones, predomina el piso subtropical con climas secos y muy secos con una temperatura promedio de 18 y 22 grados centígrados.

La primera estación que va de Diciembre a Junio se la conoce como la estación caliente y la segunda estación climática que va de Junio a Noviembre que se la conoce como la Estación Seca.

La mejor temporada en la cual se puede visitar las islas galápagos son: los meses de transición al tener dos estaciones climáticas extremas, las cuales marcan el inicio o la finalización de la reproducción para la gran mayoría de especies, existen meses en los cuales las dos fases se pueden evidenciar al mismo tiempo.

Por lo tanto, habrá una transición entre la estación caliente y la estación seca (abril a junio), y luego una transición entre la estación seca y la estación caliente (noviembre

a enero). Entonces, los meses como Abril, Mayo, Junio, Noviembre, Diciembre y Enero, son los meses donde casi todos los eventos naturales se pueden dar al mismo tiempo.

El clima de Galápagos durante el mes de mayo, especialmente, es descrito por muchos como el mes más espectacular de todo el año en las Islas.

TABLA DE PRECIPITACIÓN ISABELA												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PRECIPITACION	1.5	2.1	3.0	3.0	2.7	2.2	1.1	0.7	0.5	0.5	0.8	1.5

Tabla 1.3.5.1. Tabla de precipitación en Isla Isabela³

1.3.6. GEOLOGÍA

Las Islas Galápagos son de origen volcánico y fueron formadas hace 3-5 millones de años, geológicamente muy reciente. Estos volcanes formados bajo el mar, se abrieron camino por el fondo marino, creció en el tamaño, y eventualmente surgió, elevándose a la superficie del agua para hacerse islas. Cada isla es formada de un volcán solo a excepción de la Isla Isabela, una lava soldó la unión de seis volcanes.

Puerto Villamil al estar cerca a la playa se encuentre sobre un suelo arenoso y por ser isla de origen volcánico la mayoría del sector se encuentra sobre roca volcánica.

³ INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

2. PARÁMETROS DE DISEÑO

Para determinar los parámetros de diseño, primero debemos conocer como está constituida la población sobre las redes de alcantarillado. Actualmente en el área total del proyecto no cuenta con alcantarillado, se tiene una zona que corresponden a los barrios principales que cuentan con un sistema de alcantarillado que fue construido hace algunos años, el restos de barrios que se han ido asentando en los últimos años por el incremento poblacional no cuentan con el servicio de alcantarillado pero que se encuentran dentro del área del proyecto, por lo que para el estudio de los diseños de la planta de tratamiento también se considerarán éstas áreas no atendidas con el servicio.

En base a la densidad poblacional futura que produciría aguas negras que deben ser tratadas, a pesar de que actualmente no dispongan de alcantarillado pero que en muy poco tiempo se construirá y las aguas negras serán llevadas a la planta de tratamiento, es muy importante considerar todas las áreas para el diseño.

2.1. PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño es el tiempo en el cual una estructura funcionará en óptimas condiciones cumpliendo su trabajo con eficiencia, sin necesidad de realizar un cambio o ampliación de la obra.

Para determinar el periodo de diseño de un proyecto de alcantarillado, se debe considerar los siguientes factores:

- Vida útil de los materiales y elementos que ayudan al funcionamiento de la obra.
- Crecimiento de la población, considerando desarrollo comercial e industrial, y como es en este caso específico se tomara en cuenta el desarrollo turístico.
- Facilidad o dificultad de realizar cambios en la estructura o añadir nuevos elementos en la misma.

2.1.1. VIDA ÚTIL DE LOS MATERIALES Y ESTRUCTURAS

La vida útil de un elemento o estructura es la duración estimada que puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado.

Para obras de alcantarillado que se realizan con tuberías de PVC, según el (IEOS-1993)⁴ la vida útil de este material se encuentra dentro de un rango de 20 a 30 años, donde también se indica que en ningún caso una obra de este tipo puede ser proyectada con periodos de diseño menores a 15 años, el mismo deberá estar dentro del rango de la vida útil de los elementos principales que componen la estructura.

Considerando la vida útil de los elementos, se tomó la decisión que el periodo de diseño será de 25 años, debido a que la población tendrá crecimiento acelerado por el desarrollo del turismo que tendrá en los próximos años.

⁴ Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias; Subsecretaria de saneamiento Ambiental Y Obras Sanitarias; Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes

2.1.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS ZONAS DE INTERÉS

2.1.2.1. PLANIMETRIA DEL TERRENO

La población de Puerto Villamil cubre un área alrededor de 97 hectáreas, y se encuentra cerca a las playas en la parte sur de la isla Isabela, el terreno donde se está desarrollando la población tiene una forma irregular y está compuesto por 8 barrios.

En la parte sur se encuentra localizada la playa, en el OESTE se encuentran terrenos que pertenecen al Parque Nacional Galápagos y son áreas protegidas, por lo que en estos sectores no se podrán extender para habitar.

La planta de tratamiento se localizara a las afueras del sector poblado de Puerto Villamil, para así evitar cualquier tipo de inconveniente a la población.

2.1.2.2. ALTIMETRÍA DEL TERRENO

La población de Puerto Villamil se encuentra a 2 m.s.n.m. sobre el nivel del mar, donde la parte más alta del terreno se encuentra a 8 m.s.n.m., no tiene sectores con pendientes pronunciadas, su terreno en la parte sur es plano.

El levantamiento topográfico para el proyecto se muestra en los planos en Anexo 1.

2.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

2.2.1. ANÁLISIS DEL ÁREA DE ASENTAMIENTO POBLACIONAL Y LA POSIBILIDAD DE AMPLIARSE

La población urbana de Puerto Villamil se encuentra en la parte sur de la Isla Isabela y ocupa un área de 97 hectáreas, la mayor parte de la zona se localiza en terreno plano.

La zona de extensión poblacional futura se ha designado a la parte NORTE Y NORESTE de donde se encuentra actualmente Puerto Villamil⁵, por lo que se considerara que esta zona será habitada en los próximos años.

La parte de los otros linderos que limita a población no se ha considerado como zona de extensión futura debido a que son Áreas protegidas por el Parque Nacional Galápagos con el objetivo de conservar el medio ambiente donde habitan gran variedad de flora y fauna.

2.2.2. ANÁLISIS DEL CAUDAL FINAL DEL COLECTOR

2.2.2.1. DENSIDAD POBLACIONAL ACTUAL

Para poder realizar el cálculo y encontrar la densidad poblacional se debe conocer cuántos habitantes se encuentran actualmente en el área donde se dispondrá la obra y el área en el cual se encuentra asentada la población.

Para calcular se utiliza la siguiente fórmula:

⁵ Ilustre Municipalidad del Cantón Isabela, Director de Obras Públicas, Ing. Iván Yépez.

$$Dp = \frac{P}{A}$$

Donde:

Dp: Densidad poblacional

P: Población

A: Área del proyecto

PROYECTO PUERTO VILLAMIL

Área del Proyecto: 97 hectáreas

Población: 2725 habitantes

$$Dp = \frac{2725 \text{ hab}}{97 \text{ Ha}}$$

$$Dp = 28 \text{ hab/Ha}$$

2.2.2.2. DOTACIÓN

Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros / habitante-día⁶.

Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, para el

⁶ Ing. Miguel Araque, Sanitaria III, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

lavado de ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público.

Para seleccionar la dotación del proyecto, se basará en la siguiente tabla de Dotaciones Medias Futuras en función del Clima y del Número de Habitantes⁷.

Población Futura (hab)	Clima	Dotación Media Futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 - 150
	Templado	130 - 160
	Cálido	170 - 200
5000 - 50000	Frío	180 - 200
	Templado	190 - 220
	Cálido	200 - 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Tabla 2.2.2.2.1. Dotaciones en función del clima y número de habitantes

Para el proyecto se tomó como dotación final de 180 lts/hab/día, porque se encuentra en la Región Insular donde la población se encuentra casi sobre el nivel del mar y su población es menor a 5000 habitantes.

⁷ Código Ecuatoriano de la Construcción, Parte IX, Obras Sanitarias CO, 10.07- Tabla V.3

2.2.2.3. CÁLCULO DE CAUDAL AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO

2.2.2.3.1. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Para calcular la población futura es indispensable conocer los datos censales que realiza el Instituto Nacional de Estadísticas y censos.

En este proyecto no se tiene datos de la población de los censos realizados anteriormente, lo que se pudo investigar son datos de la Tasa de Crecimiento Poblacional. Como se pudo observar en el Capítulo 1.3.2, en la Tabla N°1, la tasa de incremento de los 3 primeros años son muy altas que varían desde el 4,91% al 5,87% y esto se debía a que en esas décadas no se llevaba un control de ingreso a las Islas Galápagos y cualquier visitante que llegaba podía quedarse viviendo.

En el último año de las estadísticas se tiene una tasa de incremento menor a los años anteriores y es del 3,32% (2001-2010), en esta última se tiene una tasa menor, es porque a partir del años 2000 se comienza a controlar el ingreso de turistas y visitantes a las Islas, por lo que las personas que visitaban a partir de este año no podían quedarse habitando y tenían que abandonar Galápagos.

Pero aún el crecimiento poblacional sigue siendo un poco alto en comparación a lo que nos indica la norma INEN⁸, donde nos dice que en la Costa, Oriente y Galápagos el índice de crecimiento corresponde al 1,5 % cuando no se tiene datos del proyecto.

Esta tasa de crecimiento un poco más alta de lo que nos indica la norma, se debe a que muchos turistas cuando visitan la Isla Isabela se enamoran de ella y buscan

⁸ INEN. CPE INEN 5 Parte 9.2:97 Segundo Revisión. 1988, pág. 34.

formas de quedarse habitando, una de las formas de quedarse a vivir es conteniendo matrimonio con alguien residente de la isla, y por efecto al contraer matrimonio, los beneficiados pueden traer a sus hijos y familia a vivir con ellos y quedarse como residente de la Isla.

Para determinar la población futura en este proyecto se utilizará el Método Geométrico.

$$Pf = Pi * e^{kg*(\Delta t)}$$

Donde:

Pf: Población futura

Pi: Población inicial

kg: Coeficiente de crecimiento geométrico

Δt : Variación de tiempo

El coeficiente de crecimiento para este proyecto será de 3,32%, dato obtenido de la Tabla N°2, donde nos indica datos obtenidos por el INEC del crecimiento poblacional.

Por lo que se tiene:

$$Pf = 2725 * e^{3,32*(25)}$$

$$Pf = 6249 \text{ habitantes}$$

2.2.2.3.2. CALCULO DEL CAUDAL SANITARIO FUTURO

El cálculo del caudal futuro de las aguas servidas se realizara con la siguiente ecuación:

$$Qsf = \frac{Pf * D}{86400 \text{ seg/día}} * A$$

Donde:

Qsf: Caudal sanitario futuro

Pf: Población futura

D: Dotación de agua

A: Factor de desperdicio

El factor A, es el porcentaje que se asume para convertirse en aguas servidas del total de agua potable que ingresa a una vivienda, y es evacuado por el alcantarillado, el cual oscila entre 70% y 80% de la dotación por cada persona. En este proyecto se tomará el valor del 80% por razones de seguridad.

Pf: 6249 habitantes

D: 180 lts/hab/día

A: 0,8

$$Qsf = \frac{6249hab * 180 \frac{lts}{hab} / día}{86400 \text{ seg/día}} * 0,8$$

$$Qsf = 10,42 \frac{lts}{s}$$

2.2.3. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DESCARGADAS AL MAR

2.2.3.1. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES FRÍAS O CÁLIDAS, Y EN AGUAS MARINAS Y DE ESTUARIOS⁹

Se entiende por uso del agua para preservación de la vida acuática y silvestre, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan en la **TABLA 3**.

⁹Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, Pág.11.

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total ⁽²⁾	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽³⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,05	0,05
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/l	13	200
DBO ₅ ⁽⁴⁾	DBO ₅	mg/l	-	
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condicion natural	no aplica

⁽¹⁾ Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/L.

Tabla 2.2.3.1.1. Criterios de calidad admisibles para la vida silvestre¹⁰

¹⁰ Tabla N°3, Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua

2.2.3.2. NORMAS GENERALES PARA DESCARGA DE EFLUENTES A CUERPOS DE AGUA MARINA¹¹

Se prohíbe la descarga de aguas residuales domésticas e industriales a cuerpos de agua salobre y marina sujetos la influencia de flujo y reflujo de mareas. Todas las descargas a esteros de agua salada sin excepción deberán ser interceptadas para tratamiento y descarga, de conformidad con las disposiciones de esta norma. Las municipalidades deberán incluir en sus planes maestros, el control de la contaminación de estos cuerpos receptores.

Se prohíbe la descarga de aguas residuales domésticas e industriales a aguas marinas, en sectores de playas sobre la zona de rompientes y en aguas fluviales sujetas a la influencia de mareas. Para el control de la contaminación de aguas marinas y fluviales, en sectores de playa y defensa de localidad del agua para recreación con contacto primario, se seguirán las siguientes disposiciones:

- a) Las descargas se efectuarán mediante emisarios submarinos o subfluviales a ser diseñados siguiendo las disposiciones normativas vigentes del MIDUVI.
- b) La descarga de los emisarios submarinos o subfluviales estará ubicada por debajo de la zona de rompientes a una distancia y profundidad que garantice una concentración de coliformes fecales menor a 1000 por 100 ml en la zona de rompientes.
- c) Se aplicará el tratamiento de las aguas residuales que corresponda de conformidad con lo requerido en el diseño del emisario submarino o subfluvial.

¹¹Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, Pág. 27

d) Las limitaciones de la descarga en la cámara de carga del emisario submarino o subfluvial se indican en la **Tabla N°4**, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

Toda descarga a un cuerpo de agua marina en la cámara de carga del emisario submarino deberá cumplir, por lo menos con los parámetros indicados en la **TABLA N°4**, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

TABLA 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos
Aceites y Grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0	30,0
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5
Aluminio	Al	mg/l	5,0	5,0
Cianuro total	CN-	mg/l	0,2	0,2
Cinc	Zn	mg/l	10,0	10,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	10000	10000
Color	Color verdadero	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20	* Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200,0	400,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400,0	600
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0	20,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40,0	40,0
Potencial de hidrógeno	pH		6-9	6-9
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	250,0	250,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	µg/l	50,0	50,0
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	µg/l	100,0	100,0
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25
Temperatura	oC		< 35	< 35
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

Tabla 2.2.3.2.1. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

FUENTE: Tabla N°11, Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua

2.2.4. DISPONIBILIDAD DE TERRENO Y PERSONAL PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

2.2.4.1. DISPONIBILIDAD DE TERRENO

La Municipalidad del Cantón Isabela, a designado un terreno para la construcción de la planta de tratamiento en el sector Este a las afueras de la población de Puerto Villamil, donde se dispondrá de un terreno amplio y estará cerca para ser desembocado al mar.

2.2.4.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la debida operación y mantenimiento de la planta, es muy importante economizar recursos para que este proceso no tenga costos muy altos, por esta razón el personal que trabaje realizando estas actividades debe ser mínimo y no precisamente debe ser personal calificado, es decir personal justo pero capacitado para que pueda funcionar y mantener la planta de tratamiento en ejecución.

3. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

3.1. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El sistema de depuración de aguas residuales se basará en una planta en la cual se realizará un tratamiento de aguas domésticas, debido a que en el sector del proyecto no existen industrias, por lo que al ser aguas industriales nulas no se necesita de un proceso avanzado de tratamiento.

El tratamiento es un procedimiento que tiene por objetivo eliminar los contaminantes de manera que se tenga:

- Agua limpia o reutilizable en el ambiente
- Residuo sólido o fango reutilizable

3.1.1. TRATAMIENTO PRIMARIO

Se llama Tratamiento primario de aguas servidas al proceso que se usa para eliminar los sólidos, aceites y grasas de las aguas contaminadas.

En el proyecto solo se está realizando tratamiento primario de las aguas servidas, por lo que se vio necesario diseñar una planta de tratamiento que se encargue de expulsar aguas sin que produzca impacto sobre el medio ambiente.

Se realizará un proceso de tratamiento primario a partir de la recolección de las aguas servidas por medio del alcantarillado sanitario existente.

Una de las consideraciones importantes es la remoción de los sólidos, que habitualmente se realiza mediante tamizado, ya que los sólidos que se pueden

encontrar y se remueven son de gran tamaño, como por ejemplo pueden ser botellas, palos, bolsas, balones, etc.

Al realizar el tamizado de estos elementos, se puede evitar problemas en la planta de tratamiento de aguas, ya que si no se remueven estos sólidos pueden llegar a tapar tuberías o dañar algún equipo.

3.2. COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

3.2.1. TANQUE SÉPTICO

Es una estructura hermética de hormigón armado que tiene como preferencia una forma rectangular y dispone de dos cámaras con tabique separador a los 2/3 del volumen total, que generalmente va enterrado o a nivel de la superficie y sirve para dar un tratamiento primario a las aguas servidas con un funcionamiento anaeróbico y se encarga de la digestión de los sólidos, almacenamiento de nata, lodos y tratamientos biológicos.

La función fundamental del tanque séptico sobre la materia orgánica es la hidrólisis, la que se realiza por medio de bacterias formadores de ácidos que además facilitan la estabilización de la materia suspendida en el tanque, en donde se complementa el proceso de estabilización de esta materia orgánica por acción de los microorganismos aerobios presente en los dispositivos de absorción¹².

¹²<http://www.slideshare.net/rociodelpilarcv3/gua-para-la-operacin-y-mantenimiento-de-tanques-spticos>

Este proceso de hidrólisis se desarrolla en la zona intermedia o de decantación del tanque séptico, por lo que siempre debe mantenerse su volumen útil tanto como para favorecer su proceso de hidrólisis como el de sedimentación de modo que no escape material sedimentable que pueda afectar al sistema de infiltración taponando los poros del filtro.

El tanque séptico cumple tres funciones principales:

1. Eliminación y digestión de los sólidos
2. Tratamiento biológico
3. Separación y almacenamiento de nata y lodos

De otra parte, los factores de mayor importancia en el funcionamiento de los tanques sépticos son:

- Característica del agua residual
- Uniformidad de la temperatura de digestión
- Tratamiento previo de remoción de grasa y de sólidos
- Diseño y construcción del tanque

La presencia de grandes cantidades de grasas en las aguas residuales afectan el funcionamiento del tanque, por lo que se hace necesario al construcción de trampas de grasas en aquellas instalaciones cuyas aguas contienen dicho elemento, como en el caso de lavanderías, restaurantes, panaderías, etc.

La aplicación de cloro solo se recomienda ejecutar cuando la descarga del efluente del tanque séptico es descargada a un cuerpo receptor o curso de agua.

3.2.1.1. FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE SÉPTICO

Antes de poner en funcionamiento el tanque séptico, este debe ser llenado con agua y si fuese posible con lodo de otro tanque séptico con el propósito de acelerar el desarrollo de los microorganismos anaerobios.

El agua al ingresar al tanque séptico, primero se queda en el sedimentador donde empieza con un proceso de estabilidad hidráulica y permite que las partículas pesadas por gravedad desciendan a la superficie inferior del tanque y se vaya acumulando.

El material sedimentado forma una capa de lodo en la parte inferior, la cual debe ser extraída del tanque periódicamente, y materiales menos densos como grasas, aceites y otros materiales que flotan a la superficie van formando una capa de espuma.

Luego del proceso de sedimentación, el líquido pasa a una segunda cámara, donde se repite el mismo funcionamiento de la primera cámara pero con la diferencia que en este proceso se encuentra menos sólidos en suspensión y así de esta manera se tiene mayor depuración de los sedimentos.

Después de que se ha realizado el proceso de sedimentación por las dos cámaras, finalmente el líquido llega a una etapa final donde pasará por un filtro de arena y ripio antes de ser descargado al medio natural o receptor.

Este sistema funciona con tiempo de retenciones, como es en el caso de este proyecto el tiempo de retención es de 12 horas y las dimensiones del tanque dependerán mucho del tiempo de retención.

3.2.1.2. INSPECCIÓN DEL TANQUE SÉPTICO¹³

El tanque séptico debe inspeccionarse cada dos meses en el primer año para poder determinar el volumen de sólidos que se generan por las aguas servidas de instalaciones domésticas para luego establecer los períodos de inspección y limpieza de los tanques.

Al abrir las tapas del tanque para efectuar la inspección y limpieza, se debe tener cuidado de dejar transcurrir un tiempo (por lo menos 10 minutos), hasta tener la seguridad de que el tanque se haya ventilado lo suficiente porque los gases que se acumulan dentro pueden causar asfixia y son explosivos.

Por eso nunca debe encenderse un fósforo o cigarrillo cuando se abra un tanque séptico.

Los tanques se deben limpiar antes de que se acumulen grandes cantidades de lodos y natas, ya que su presencia excesiva puede ser arrastrada al dispositivo de salida y obstaculizar el campo de infiltración.

El tanque séptico se debe limpiar cuando el fondo de la capa de la nata se encuentre a unos 8 cm por encima de la parte más baja del dispositivo de salida

¹³<http://www.slideshare.net/rociodelpilarcv3/gua-para-la-operacin-y-mantenimiento-de-tanques-spticos>

o cuando la capa de lodo se encuentre a unos 30 cm por debajo del dispositivo de salida.¹⁴

La presencia de turbiedad en el líquido efluente con la presencia de pequeñas partículas de sólidos sedimentables es un síntoma que la nata o los lodos han sobrepasado los límites, por lo que se deberá programar una limpieza inmediata, ya que el volumen ocupado por la nata y el lodo ha hecho disminuir el periodo de retención del agua dentro del tanque, conduciendo así a una menor eficiencia de remoción del material sedimentable.

3.2.1.2.1. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA PROFUNDIDAD DE LA NATA

1. Se debe construir una vara de madera que tenga la medida de la altura del tanque más un metro libre para poder realizar la manipulación y que en un extremo lleve fijada una aleta articulada.
2. La vara de madera se debe empujar a través de la capa de nata hasta llegar al fondo del dispositivo de salida y se pondrá una marca en la vara hasta donde llegó.
3. Se levantara la vara, la aleta se colocará en forma horizontal, y nuevamente se levantara hasta que la resistencia de la nata se sienta y se realizará otra marca.

¹⁴<http://www.slideshare.net/rociodelpilarcv3/gua-para-la-operacin-y-mantenimiento-de-tanques-spticos>

4. El espacio entre las dos marcas determinará la distancia que existe entre el fondo del dispositivo de salida y la parte inferior de la nata.

3.2.1.2.2. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA PROFUNDIDAD DEL LODO

1. Se construirá una vara de largo igual a la profundidad del sedimentador más un metro para la manipulación, a la cual se envolverá 2m de tela blanca tipo felpa con la que se fabrica la toalla.
2. La vara se hará descender hasta el fondo del tanque a través del dispositivo de salida para evitar la interferencia de la capa de la nata.
3. Luego de mantener la vara por un minuto, se retira cuidadosamente y las partículas de lodo quedaran sobre el enrollado de felpa, permitiendo determinar el espesor del lodo que está en el fondo del tanque.

3.2.1.3. LIMPIEZA DEL TANQUE SÉPTICO¹⁵

La limpieza inicial o el intervalo entre dos limpiezas consecutivas dependen de la intensidad del uso del tanque séptico, mientras mayor es su uso el intervalo de limpieza será menor. Normalmente se recomienda limpiar cada año y también hay que verificar que los lodos y nata y sobrepasen los límites indicados como es en el caso de la nata esté a menos de 8 cm del borde inferior del dispositivo de salida.

¹⁵ Ingeniería Sanitaria aplicada al Saneamiento y Salud Pública

La forma más empleada para remover los sólidos es mediante bombeo, este método se debe realizar con muchas precauciones ya que dentro del tanque existen gran cantidad de gases que resultan tóxicos, por lo cual se debe dejar un tiempo moderado para que se ventile con el fin de evitar alguna explosión o asfixia en los trabajadores.

El retiro de los lodos se realiza hasta el momento en que se observe que el lodo este diluido, esta pequeña capa de residuo debe dejarse para propósitos de inoculación.

Para facilitar el retiro de la nata, poco antes del retiro del lodo se mezcla con el lodo y así se lograra que la espuma se precipite e integre con el lodo facilitando de esta manera su retiro.

Por motivos de seguridad el trabajador que ingrese al tanque a realizar la limpieza y remoción de lodos, debe estar sujeto mediante cuerdas o arnés de seguridad con el propósito de evitar accidentes si la persona llegara a asfixiarse.

3.3. DISEÑO DEL TANQUE SÉPTICO

3.3.1. BASES DE DISEÑO

El tanque séptico se diseñara en base a las siguientes sugerencias:

- Para el tiempo de retención se utilizara la norma Brasileña NBR 7229, la que propone un tiempo de retención entre 8 a 13 horas. Por lo que para este diseño se tomara un tiempo de retención de 12 horas¹⁶.

¹⁶ Carlos Eduardo Terán, Tesis de Grado: Diseño de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas de la cabecera del Cantón la Unión, Cantón Atacames, Provincia de Esmeraldas. PUCE, Quito, 2013.

- La relación que tendrá el tanque entre su largo y ancho será de 2.5 a 1, donde siempre tendremos un largo mayor y mientras mayor es la relación entre los lados la eficiencia del tanque es mejor.
- El volumen del tanque séptico y las dimensiones, serán diseñadas de acuerdo al caudal de descarga de diseño.

3.3.2. DISEÑO DEL TANQUE

Para realizar el diseño del tanque séptico se debe obtener el caudal final de las aguas servidas que ha sido recogida por la red de alcantarillado.

Como se consideró anteriormente, el tiempo de retención será de 12 horas, donde se considera que en este tiempo será suficiente para la separación de los sólidos y que los líquidos se estabilicen.

CÁLCULO DEL VOLUMEN

Para la determinación del volumen (V) del tanque séptico se utilizará la siguiente ecuación:

$$V = Q_s * t_r$$

Donde:

Q_s: Caudal sanitario

t_r: Tiempo de retención

El Q_s= 10,42 lts/seg, corresponde al caudal sanitario final del periodo de diseño y se

calculó en el Capítulo 2.2.3.2. y con un tiempo de retención de 12 horas.

$$V = 10,42 \frac{lbs}{seg} * 12 h * 3600 \frac{seg}{h}$$

$$V = 450144 lbs$$

$$V = 450,14 m^3$$

Para poder realizar el mantenimiento y labores de limpieza o lavado del tanque, considera conveniente dividir en 3 sedimentadores y así alternar el funcionamiento cuando llegue el tiempo de realizar la limpieza de cada uno y evitar que el sistema tenga que paralizarse.

Por esta consideración, se divide el volumen total del tanque para 3 y así poder realizar el diseño como una estructura independiente, ya que los 3 sedimentadores tendrán la misma capacidad.

DIVISION DE VOLUMEN

$$V = 450 m^3$$

$$V = \frac{450,14m^3}{3}$$

$$V = 150,04 m^3$$

Se asume un volumen de:

$$V = 150,04 \text{ m}^3$$

CÁLCULO DEL AREA

La altura de agua que se estima en el tanque séptico será de **$h_1 = 2$** metros.

$$V = A * h_1$$

Donde:

A: Área

h_1 : Altura de agua

$$A = \frac{V}{h_1}$$

$$A = \frac{150,04 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}$$

$$A = 75,02 \text{ m}^2$$

CÁLCULO DE ANCHO Y LARGO

$$A = a * b$$

Donde:

a: Ancho del tanque

b: Largo del tanque

Se consideró una relación largo-ancho de 2,5 a 1.

$$A = a * 2,5 a$$

Despejando “a” tenemos:

$$a = \sqrt{\frac{75 \text{ m}^2}{2,5}} a = \sqrt{\frac{A}{2,5}}$$

$$a = 5,47 \text{ m}$$

$$b = 2,5 * a$$

$$b = 2,5 * 5,47$$

$$b = 13,69 \text{ m}$$

CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DEL TANQUE SÉPTICO

Se debe considerar un espacio libre del nivel de agua hasta la altura total.

La altura libre (**h2**) desde el nivel de agua debe ser mínimo de 40 cm.

$$Ht = h1 + h2$$

Donde:

h1: Altura de agua

h2: Altura libre desde el nivel de agua

La altura de agua se asume de 2 metros.

$$Ht = 2\text{ m} + 0,40\text{ m}$$

$$Ht = 2,40\text{ m}$$

Por conveniencias constructivas se adoptan los siguientes valores:

DIMENSIÓN		MED. CALCULADA	MED. CONSTRUCTIVA
ANCHO	(a)	5,47 metros	6,00 metros
ESPESOR DEL TABIQUE DIVISOR	(t)	0,15 metros	0,15 metros
LARGO	(b)	13,69 metros	14,00 metros
ALTURA TOTAL	(Ht)	2,40 metros	2,40 metros

Tabla 3.3.2.1. Dimensiones del tanque

VOLUMEN REAL DE CADA SEDIMENTADOR

$$V1 = A * h1$$

$$V1 = (6m * 14 m) * 2 m$$

$$V1 = 168 m^3$$

VOLUMEN TOTAL DE LOS 3 SEDIMENTADORES

$$Vt = V1 * 3$$

$$Vt = 168 m^3 * 3$$

$$Vt = 504 m^3$$

El volumen real de los sedimentadores es mayor al volumen de diseño, por lo que significa que si va a cumplir satisfactoriamente para el caudal de diseño.

3.3.2.1. DISEÑO DEL SEDIMENTADOR

Si el ancho a y la altura Ht son los mismos para el sedimentador y el clarificador, lo que variará es la dimensión del largo b del sedimentador ($B1$) que viene a ser los $2/3$ de largo total B del tanque séptico.

$$B1 = \frac{2}{3} * b$$

$$B1 = \frac{2}{3} * 14 \text{ m}$$

$$B1 = 9,33 \text{ m}$$

3.3.2.2. DISEÑO DE CLARIFICADOR

De la misma manera, si el ancho a y la altura Ht son los mismos para el sedimentador y el clarificador, lo que variará es la dimensión del largo b del clarificador ($B2$) que viene a ser el $1/3$ del largo total B del tanque séptico.

$$B2 = \frac{1}{3} * b$$

$$B2 = \frac{1}{3} * 14 \text{ m}$$

$$B2 = 4,66 \text{ m}$$

		MEDICIONES (m)	
TANQUE N° 1	DIMENSIONES	CALCULADAS	CONSTRUCTIVAS
	Ancho (a)	5,77	6,00
	Ancho del tabique divisor (t)	0,15	0,15
	Largo (b)	14,43	14,00
	Altura total (Ht)	2,40	2,40
	Sedimentador (B1)	9,33	9,50
	Clarificador (B2)	4,66	4,50

Tabla 3.3.2.2.1. Resumen de dimensiones del tanque séptico

Para el diseño se utilizó 1 tanque, por lo que los tanques 2 y 3 tienen las mismas dimensiones que el tanque N°1 indicado en la tabla.

3.4. DISEÑO DE FILTRO DE ARENA Y RIPIO¹⁷

Luego de que el agua pasara por el sedimentador y clarificador, tendrá el turno de pasar por un filtro de arena y ripio para detener el material flotante o coloidal que haya pasado los procesos anteriores.

¹⁷ Abastecimiento de Agua y Alcantarillado “Ernest W Steel y J Bagaria” 3ra Edición.

El filtro está compuesto por una capa superior de arena que oscila entre los 60 a 75 cm de espesor y una capa inferior de ripio que oscila entre los 40 a 60 cm de espesor por los cuales el agua filtrara y será su último proceso antes de ser depositado al mar.

Un filtro rápido de arena y ripio debe tener las siguientes características:

- La filtración se considera alta cuando el fluido se encuentre filtrando en el rango de 80 a 120 lts/m² por minuto, por lo que se considerará para el proyecto una velocidad de filtración de 80 lts/m² por minuto.
- El lavado de las unidades de filtración con agua filtrada en contracorriente a través del lecho del filtro, para arrastrar y eliminar el barro y otras impurezas que hayan colmatado la arena.

3.4.1. ARENA

La arena que se utilizará en los filtros rápidos del proyecto no debe tener suciedad, debe ser dura y resistente, preferiblemente cuarzo o cuarcito. No debe perder más de un 5% en peso después de una digestión durante 24 horas en ácido clorhídrico del 40 %.

El tamaño efectivo de la arena de la capa filtrante oscila entre 0,5 y 1,5 mm de diámetro y el espesor de la capa de arena puede oscilar entre 40 y 70 cm¹⁸.

¹⁸ Estudio Sanitario del Agua, Jose Antonio Perez López-Miguel Garcia, Universidad de Granada, 1995, FILTRACIÓN.

3.4.2. RIPIO

El ripio en el filtro tiene la función de actuar como soporte de la arena y hace que el agua filtrada pueda circular libremente hacia la parte inferior donde se encuentra el colector para ser enviado al medio ambiente.

El ripio que se utilizará en el filtro debe tener las siguientes características como no erosionarse fácilmente, redondeado, resistente y con un peso aproximado de 1600 kg/m³ y no debe contener otro tipo de materiales extraños.

El tamaño de la grava de la base puede oscilar entre 35 y 130 mm, dispuesta en capas de menor a mayor grosor, siendo esta última la que reposa sobre el falso fondo, el espesor total de la capa debe ser de 30 a 60 cm¹⁹.

3.4.3. DISEÑO

DATOS BÁSICOS:

$$Q_{Diseño} = \frac{10,42 \frac{lbs}{seg} * \frac{60 seg}{1 min}}{3}$$

$$Q_{Diseño} = 208,40 \text{ lts/min}$$

$$V_{Mín} = 80 \text{ lts/m}^2/\text{min}$$

$$A = \frac{Q \text{ diseño}}{V \text{ mín}}$$

¹⁹ Estudio Sanitario del Agua, Jose Antonio Perez López-Miguel Garcia, Universidad de Granada, 1995, FILTRACIÓN.

Donde:

A: Área de filtro

$Q_{\text{Diseño}}$: Caudal de ingreso al tanque

$V_{\text{mín}}$: Volumen mínimo de filtración

$$A = \frac{208,40 \frac{\text{lt}}{\text{min}}}{80 \frac{\text{lt}}{\text{m}^2} / \text{min}}$$

$$A = 2,60 \text{ m}^2$$

Para encontrar las dimensiones del filtro aplicamos la siguiente fórmula:

$$A = a * x$$

Donde:

a : Ancho del filtro, y corresponde al mismo ancho del sedimentador que es igual a= 6 m.

x : Largo del filtro

$$2,60 \text{ m}^2 = 6 \text{ m} * x$$

$$x = 0,43 \text{ m}$$

Se adopta $x = 1$ metro por facilidad constructiva

ALTURA DEL FILTRO

Espesor Arena = 0,60 m

Espesor Ripio = 0,40 m

CÁLCULO DEL TUBO RECOLECTOR

$v_{\text{Asumida}} = 0,60 \text{ m/s}$

v_{Asumida} : Velocidad con la que se considera que será descargado el agua del filtro.

$$A = \frac{Q}{v_{\text{asumida}}}$$

Donde:

A: Área necesaria para la descarga

Q: Caudal de ingreso al tanque

v: Velocidad de descarga del filtro

$$A = \frac{\frac{10,42 \text{ lts}}{3}}{0,6 \frac{\text{m}}{\text{seg}}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}}$$

$$A = 0,0058 \text{ m}^2$$

CÁLCULO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA DESCARGA DEL FILTRO

$$D = \left(\frac{4 * A}{\pi} \right)^{1/2}$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería de descarga

A: Área necesaria para la descarga

$$D = \left(\frac{4 * 0,0058m^2}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$D = 0,086 m$$

$$D = 86 mm$$

Se utilizaran tubos de Ø 100 mm

Pendiente del Ramal =	30mm
Pendiente del Colector =	10 mm
Diámetro =	100 mm
TOTAL =	140 mm

Tabla 3.4.3.1. Dimensiones de la tubería de descarga del filtro

La pendiente del ramal del colector empieza desde la mitad del ancho del filtro en el nivel cero, y se extiende a cada lado con una pendiente positiva de 30 mm.

La pendiente del colector empieza al inicio del filtro con el nivel cero, y se extiende a lo largo del filtro con una pendiente de -10 mm.

ALTURA DEL FILTRO

$$Altura = Espesor Arena + Espesor Ripio + Altura tubería$$

$$Altura = 0,60 m + 0,40 m + 0,14 m$$

$$Altura = 1,14 m$$

$$Altura de seguridad = 0,20 \text{ Altura}$$

$$Altura Total = Altura + Altura de seguridad$$

$$Altura Total = Altura + 0,20 * Altura$$

$$Altura\ Total = 1,14\ m + 0,20 * 1,14\ m$$

$$Altura\ Total = 1,37\ m$$

	MEDIDA (m)	
	CALCULADA	CONSTRUCTIVA
Altura	1,37	1,40
Ancho Filtro	6,00	6,00
Largo Filtro	0,48	0,50

Tabla 3.4.3.2. Dimensiones del filtro

3.5. DISEÑO DE LA PLACA DE SECADO DE SEDIMENTOS

Para el diseño de la placa de secado se necesita saber que volumen de sólidos se pondrá a secar, estimando que se secara a los sólidos con una capa de espesor de 40 cm.

El secado se realizará individualmente por cada sedimentador, por lo que se realizara la placa de secado para un sedimentador.

La altura de los sólidos dentro del sedimentador será de 1,7m.

VOLUMEN QUE SE OBTENDRÁ DE CADA SEDIMENTADOR

$$A = a * b$$

$$A = 6 \, m * 14 \, m$$

$$A = 84 \, m^2$$

$$h = 1,00 \, m$$

h: Altura del lodo

$$V = A * h$$

$$V = 84 \, m^2 * 1 \, m$$

$$V = 84 \, m^3$$

CÁLCULO DEL ÁREA DE LA PLACA

$$A = \frac{V}{h}$$

$$h_{\text{secado}}: 40 \, \text{cm}$$

h_{secado} : Altura de secado de sólidos

$$A = \frac{84 \, m^3}{0,40 \, m}$$

$$A = 210 \text{ m}^2$$

DIMENSIONES DE LA PLACA	
a =	12,00 m
b =	17,50 m

Tabla 3.5.1. Dimensiones de la placa de secado de sedimentos

3.6. DISEÑO DE LA DESCARGA FINAL

3.6.1. DESCARGA DE SÓLIDOS

La descarga de sólidos se realizará primero vaciando manualmente del tanque y llevando a la placa de secado, donde se dejara algunos días, con un promedio de 2 semanas hasta que se encuentre completamente seco y luego desmenuzarlo para ser utilizado como abono en los cultivos.

3.6.2. DESCARGA DE LÍQUIDO

Para empezar la descarga, el agua se recogerá en la parte inferior del filtro, adecuando tubos perforados para recolectar toda el agua y ser transportada a su destino final.

Estos tubos tendrán un eje principal que pasará por todo el filtro, la cual tendrá unas ramales tipo en espina de pescado que se ubicaran cada 15 cm, los ramales tendrán perforaciones para que permitan el ingreso del agua y estos orificios serán de 6,5 a 12,5 mm de diámetro.

El agua procesada tendrá como destino final el mar, debido a que no hay más lugares donde se pueda desembocar y no se encuentran zonas cercanas de cultivo.

Para realizar la descarga final se realizara mediante una tubería de un Ø200 mm, que tiene una distancia de unos 500 metros para llegar al mar y tiene una pendiente que desde el nivel de donde se va a bombear y el nivel del mar tiene una diferencia de altura 5 metros, por lo que será necesario bombear.

3.6.2.1. CALCULOS DE LA BOMBA

Para desembocar el Volumen total de agua en 4 horas de funcionamiento de la bomba, se realizara con el siguiente caudal:

$$Q_{Bombeo} = \frac{Vol}{t}$$

Donde:

Q_{Bombeo} : Caudal con el que será desembocado al mar

Vol: Volumen de agua que se desea desembocar

t : Tiempo en el que se desea desembocar

DATOS:

Vol: 450 m³

t : 4 horas = 14400 seg

El tiempo t se considera de 4 horas corridas de bombeo, tiempo en el que se espera descargar toda el agua.

$$Q_{Bombeo} = \frac{450 \text{ m}^3}{14400 \text{ seg}}$$

$$Q_{Bombeo} = 0,03 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

Para calcular la potencia necesaria de la bomba, se aplica la siguiente fórmula:

$$P_{Bomba} = \frac{Q_{bombeo} * \gamma * H}{75 * n}$$

Donde:

P_{Bomba}: Potencia de la bomba

Q_{Bombeo}: Caudal de diseño a bombear

γ : Peso específico del fluido

H_n: Altura neta de elevación

n: Eficiencia de la bomba,

El caudal de Bombeo con el que se desembocará será de 30 lts/seg, esto se calculó en consideración de 4 horas diarias de trabajo de la bomba, el líquido que se transportará es agua y tiene un peso específico de 1000 kg/m^3 , la altura neta de agua será de 7 metros y para los efectos de cálculos teóricos de la eficiencia de la bomba se estima de un 90%, ya que al encontrarnos al nivel del mar se tendrá un mejor desempeño del equipo.

DATOS:

$Q_{\text{Bombeo}}: 0,03 \text{ m}^3/\text{seg}$

$\gamma : 1000 \text{ kg/m}^3$

$H_n: 7 \text{ metros}$

$n: 90\%$

$$P_{\text{Bomba}} = \frac{0,03_{\text{seg}}^{\text{lts}} * 1000_{\text{m}^3}^{\text{kg}} * 7 \text{ m}}{75 * 0,90}$$

$$P_{\text{Bomba}} = 3,11 \text{ HP}$$

La bomba que se necesitará para realizar la descarga al mar será de 5 HP.

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se realizó una evaluación de los impactos que puede tener el proyecto en el medio ambiente y un estudio para identificar los impactos negativos que se pueden producir y tomar medidas para su minimización, mitigación o remediación. El objetivo de este capítulo es buscar la posibilidad de no alterar al entorno natural de la zona de manera negativa.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1.1. MAPA



Foto 1.- Vista satelital de la ubicación del proyecto²⁰

²⁰ Imagen obtenida con Google Earth (Latitud: 0° 57' 36.9"; Longitud: 90° 57' 41.4")

4.1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto que se desea realizar es una de las prioridades del Municipio del cantón Isabela, ya que en la actualidad no cuentan con una planta de tratamiento adecuada para las aguas servidas y están causando gran impacto negativo en el medio ambiente al ser vertidas al entorno natural sin su debido tratamiento.

La construcción de una planta de tratamiento es una necesidad para la población, ya que la isla Isabela es un destino turístico por lo que se debe conservar el medio ambiente y la falta de una planta de tratamiento está produciendo un impacto negativo que está afectando a la flora y fauna del ecosistema de Isabela.



Foto 2.- Emisión de líquido sin tratarse de las aguas servidas²¹

²¹ Imagen tomada por Ing. Morocho, residente de la Isla

El propósito de este proyecto es evitar causar impacto al medio ambiente para no afectar a la flora y fauna, y así tener un incremento de especies nativas en su lugar de origen no afectando su hábitat natural.

4.1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Cumplir con lo dispuesto en las leyes vigentes para proteger el medio ambiente y la naturaleza
- Evitar la contaminación del suelo por la infiltración y las orillas del mar por las aguas residuales no tratadas correctamente.

4.1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El lugar donde se encuentra el proyecto es una zona que se caracteriza por ser el hábitat de una gran variedad de flora y fauna, ya que es una necesidad indispensable para la comunidad, mejorar sus servicios y evitar contaminación al medio ambiente, este proyecto se debe llevar a cabo. Estas adecuaciones causan de forma inevitable impactos ambientales que deben ser valorados de forma cuantitativa y cualitativa para asegurar la sustentabilidad del medio natural así como las actividades humanas que se pretenden realizar.

Se construirá una planta de tratamiento y para llevar a cabo se deben realizar trabajos de obra civil que va a modificar el aspecto del terreno. Por esta razón se tiene que realizar un estudio de impacto ambiental donde se analizarán las interacciones que

ocurren entre las acciones de construcción y operación del proyecto con los factores ambientales que pueden ser alterados.

4.1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Identificar los tipos de acciones que se van a llevar a cabo durante las etapas de construcción y operación del proyecto
- Realizar un inventario el cual contenga los elementos ambientales
- Determinar las posibles interacciones entre las acciones del proyecto y los elementos ambientales para así determinar los impactos ambientales

4.2. LÍNEA BASE AMBIENTAL

La línea de base ambiental son los estudios que se realizarán para obtener el impacto ambiental, para esto primero se hará una descripción, análisis y evaluación de los componentes de los medios físicos, biológicos, socio económico y cultural, donde se podrá identificar aspectos ambientales que resulten relevantes en la zona del proyecto, para que luego se proceda a la aplicación de metodologías de identificación y evaluación de los probables impactos ambientales, negativos y/o positivos derivados de las actividades del proyecto.

4.2.1. FACTORES ABIÓTICOS

4.2.1.1. SUELO

El suelo es el sustento del crecimiento de las plantas, que sirven de alimento para los animales y las personas. El terreno donde se desarrollará el proyecto no es apto para la agricultura ya que es un suelo rocoso, pero si se desarrollan plantas nativas y endémicas de Galápagos como el cactus y también es hábitat de animales que se alimentan de insectos que viven en la zona.



Foto 3.- Imagen panorámica donde se va a realizar el proyecto

4.2.1.2. AGUA

En la actualidad el agua que es emitida al medio ambiente donde gran parte es enviada al mar y otra parte se filtra en los terrenos aledaños sin su debido tratado correcto de las aguas servidas, por lo que está causando gran impacto al medio natural y a las especies que viven en el mar.

En esta zona no existen aguas subterráneas pero al momento que se filtran en los terrenos estas aguas también pueden llegar al mar.

4.2.1.3. AIRE

El aire de la zona donde se llevará a cabo el proyecto de la planta de tratamiento se encuentra totalmente puro, en este lugar se puede decir que podemos respirar aire no contaminado que no afecta a la salud de los humanos, pero ahora en la actualidad como no se tiene un tratamiento adecuado de las aguas servidas el oxígeno está siendo contaminado por los malos olores y esto puede afectar tanto como a los animales como a los humanos.

4.2.2. FACTORES BIÓTICOS

4.2.2.1. FLORA

En la zona del proyecto se tiene poca vegetación que en su mayoría son plantas nativas y endémicas.

Actualmente se está desarrollando con normalidad toda la flora que se encuentra en el sector del proyecto en la localidad, pero que muy pronto se puede ver afectada ya que toda su tierra se vería contaminada con el agua que no está siendo tratada correctamente y podría afectar a especies que son únicas en el mundo.

Las algas marinas que es el alimento de una gran variedad de peces también están siendo afectadas por desembocar el agua no tratada al mar.

Las plantas que se verían más afectadas es el mangle rojo y los grandes y famosos cactus, ya que son especies que en su gran mayoría viven en zonas de fronteras marítimas y lugares rocosos como se puede ver en la siguiente imagen.



Foto 3.- Flora cercana a la zona del proyecto

4.2.2.2. FAUNA

Existe una gran variedad de fauna, y hay animales que son únicos en el mundo, éstos son protegidos por la razón de que Galápagos es considerado Patrimonio Natural.

En la parte costera y marítima habitan Las Tortugas Marina (*Cheloniidae*), Iguanas Marina (*Iguanidae*), Iguana de Tierra (*Iguadinae*) y aves que se alimentan de peces y viven en las orillas del mar como El Cormorán (*Phalacrocoracidae*), Albatros de Galápagos (*Diamedeidae*), Piqueros (*Sulidae*), Las Fragatas (*Fregatidae*).

4.2.3. ECONOMÍA

Como se ha mencionado anteriormente la población se dedica en su gran mayoría al turismo, en menor cantidad a la agricultura en las zonas altas en sus fincas, empleados públicos y amas de casa.

4.2.4. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

El área de influencia directa se define como aquella cuyos factores ambientales se afectan directamente por las acciones del proyecto.

Para el proyecto que se va a realizar, el área de influencia directa es el lugar donde se va a construir la obra y donde se va a desembocar las aguas tratadas, también afectando a las zonas aledañas.

4.2.5. ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

Teniendo en cuenta el área de influencia directa, podemos determinar claramente el área de influencia indirecta del proyecto y todos sus factores involucrados.

De los factores indirectos que se pueden destacar , está la generación de polvo debido a la excavación y remoción de tierras, al realizar la actividad de desbroce el suelo quedará desprotegido con peligros de erosión y los olores que se producirá al remover las aguas estancadas y almacenadas en el sitio.

4.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Para poder identificar los impactos que serán producidos por el proyecto durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento, primero se realizó una lista con todas las actividades involucradas que se tendrán en cada etapa del proyecto para determinar cuáles pueden causar impacto.

Luego de haber identificado tenemos que darle su magnitud e importancia de los impactos para llegar a una conclusión utilizando la matriz de causa-efecto., en donde se podrá observar los impactos más significativos.

4.3.1. MÉTODO DE EVALUACIÓN. ALGORITMO PARA USO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

El método de evaluación de la matriz de Leopold es una manera ordenada para poder analizar los impactos ambientales, donde este método tiene la ventaja que se pueden visualizar las interacciones entre las acciones comprendidas en el proyecto y los diferentes factores ambientales que pueden ser alterados por estas acciones.

Con el uso de la matriz se podrá llegar a conclusiones sobre los impactos más significativos y los factores ambientales que resultarían más afectados, y con esta información se podrá tomar medidas de mitigación de los impactos negativos.

Para tener un buen uso de la matriz se debe seguir los siguientes pasos²²:

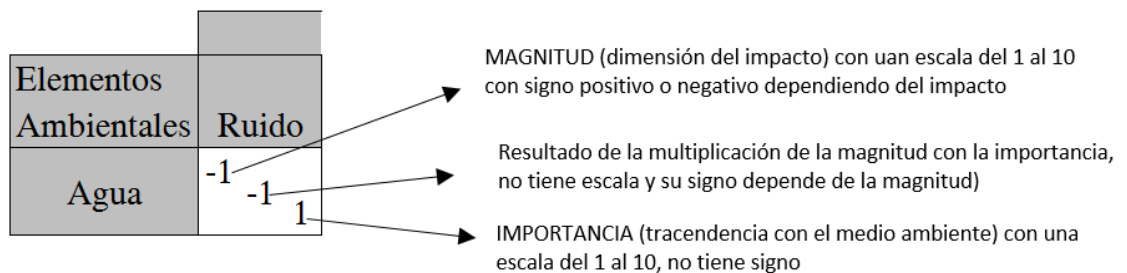
- En primer lugar se debe definir todas las acciones previstas del proyecto que son susceptibles de causar impactos ambientales para cada fase del proyecto, es decir, construcción operación, mantenimiento y desalojo. Estas acciones deberán ir ubicadas en la primera columna de la matriz.
- A continuación se deberá identificar los factores ambientales susceptibles de sufrir impactos por las acciones a ejecutarse en el proyecto, clasificados por cada componente del medio ambiente. Estos deberán ir ubicados en la primera fila.
- Una vez identificados las acciones y los factores, se deberá asignar un valor de importancia y de magnitud a cada una de las interacciones, valoraciones

²² Conesa, Fernandez-Vítora Vicente. Guía Metodológica para La Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid: Edición 1997.

para cuales exista un campo en cada celda de la matriz, para posteriormente obtener una suma de valoraciones ponderadas en los extremos de la matriz.

- En los extremos de la matriz se identificarán los campos con los valores más elevados, los cuales corresponderán a los factores ambientales más afectados (ya sea negativa o positivamente) y las acciones que más impacto causen.

Para la valoración de la magnitud y la importancia se los impactos se describirá mediante una asignación numérica comprendida entre el 1 y 10, donde 1 representa una gran magnitud e importancia y 1 representa una interacción de poca magnitud o importancia.



ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE SON:

Fase de construcción:

- Limpieza y desbroce
- Excavación a mano
- Excavación a máquina

- Movimiento de tierra
- Desalojo de escombros
- Generación de desechos
- Construcción de estructura de hormigón

Fase de operación y mantenimiento:

- Tratamiento de aguas residuales
- Descarga
- Secado de lodos
- Disposición final de lodos
- Limpieza de planta de tratamiento

FACTORES AMBIENTALES QUE PUEDEN SER ALTERADOS POR EL PROYECTO:

Factores Abióticos:

- Suelo
 - Contaminación del suelo
- Aire
 - Calidad del Aire
 - Contaminación sonora (ruido)
- Agua
 - Calidad del agua de mar

Factores bióticos:

- Flora
 - Flora costera
 - Micro flora
 - Plantas Acuáticas
- Fauna
 - Aves
 - Animales Terrestres
 - Peces y mariscos
 - Insectos
 - Micro fauna
- Medio humano
 - Empleo
 - Calidad de vida
 - Salud y seguridad

ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

"Planta de tratamiento de aguas servidas para la población de Puerto Villamil, cantón Isabela, provincia de Galápagos"				ACCIONES DEL PROYECTO												Valoración				
				COSNTRUCCIÓN								OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						Magnitud	Sumatoria Total	Impacto por elemento
				Limpieza y desbroce	Excavación a mano	Excavación a maquinaria	Movimiento de tierra	Desalojo de escombros	Generación de desechos	Construcción de estructura de hormigón	Tratamiento de aguas residuales	Decarga	Secado de lodos	Disposición de lodos	Limpieza de planta de tratamiento					
ELEMENTOS AMBIENTALES	FACTORES ABIÓTICOS	Suelo	Contaminación del suelo	-2 -4 2	-1 -2 2	2 4 2	-1 -1 1	-2 -4 2	-2 -2 1	-1 -2 2			-4 -12 3	2 4 2	-2 -4 2	-11	-23	-26		
		Aire	Calidad del aire		-1 -1 1	-3 -6 2	-2 -4 2	-1 -2 2	-3 -3 1	-1 -1 1	-2 -4 2	2 4 2	-2 -4 2		-2 -2 1	-15	-23			
			Contaminación sonora			-3 -3 1				-2 -2 1							-5		-5	
		Agua	Calidad del agua del mar										5 25 5				5		25	
	FACTORES BIOTICOS	Flora	Flora Costera	-1 -2 2									4 20 5				3	18	5	
			Micro flora	-2 -2 1	1 2 2	-1 -1 1		-1 -2 2		-1 -2 2		0			-1 -1 1	-5	-6			
			Plantas Acuáticas									3 15 5					3	15		
		Fauna	Aves	-1 -3 3			-1 -2 2			-1 -2 2							-3	-7		
			Animales terrestres	-3 -6 2			-1 -1 1			-1 -2 2							-5	-9		
			Peces y mariscos									4 20 5					4	20		
			Insectos	-3 -6 2	-1 -2 2	-1 -1 1	-2 -2 1	-1 -2 2		-2 -4 2						-10	-17			
			Micro fauna	-3 -6 2	-1 -2 2	-1 -2 2	-1 -2 2	-1 -3 3		-2 -4 2		3 12 4			-1 -2 2	-7	-9			
	Medio Humano	Medio Humano	Empleo	2 4 2	2 2 1	2 2 1	2 2 1	2 6 3		3 12 4	2 2 1	2 4 2	1 3 3	2 4 2	2 2 1	22	43	134		
			Calidad de vida	2 8 4			1 3 3	2 6 3	-2 -4 2		2 6 3	3 6 2			3 12 4	11	37			
			Salud y seguridad						-2 -6 3		4 28 7	4 12 3			4 20 5	10	54			
Valoración			Magnitud	-11	-1	-5	-5	-2	-9	-8	6	30	-5	4	3	113				
			Sumatoria Total	-17	-3	-7	-7	-1	-15	-7	32	118	-13	8	25					
			Impacto por fase	-57								170								

Tabla 4.3.1.1. Análisis de impacto ambiental

4.3.2. INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

Después de haber hecho un análisis de los impactos que se pueden producir en el medio ambiente por las acciones del proyecto en la matriz de Leopold, se revisaron los elementos que sufrirán un impacto significativo.

En el proyecto en la etapa que se producirá impacto es en la fase de construcción, con las acciones de limpieza y desbroce, lo cual corresponde a la remoción de todo los elementos que se encuentren en la zona del proyecto y lo cual afectaría mucho a las hábitats de la micro fauna y por ende afectaría a los animales que se alimentan de ellos.

La generación de desechos en la etapa de construcción es otro impacto importante que se va a producir por la construcción que se va a realizar y de lo cual se tendrá una cantidad desechos que afectaran al medio ambiente. Por las acciones de excavación a mano y maquinaria también se tendrá un impacto al afectar la geología del suelo.

En la fase de operación y mantenimiento, se tiene todo lo contrario a la fase de construcción porque su balance da positivo en cuanto a los impactos ambientales que se causarían en sus actividades, entre las actividades más importantes se tiene el tratamiento de las aguas residuales y su descarga, ya que actualmente se está descargando al mar sin su debido tratado por lo que al tener un tratamiento adecuado el impacto será positivo.

En la fase de mantenimiento los impactos serían muy leves, por lo que no se debe tomar ligeras precauciones al momento de realizar el lavado del tanque.

En los elementos ambientales, los más afectados son los factores abióticos en cuales dentro de ellos sufrirán mayor impacto la contaminación del aire y contaminación sonora por las diferente actividades que se van a realizar en el proceso de construcción. En los factores

abióticos tenemos un elemento que tendrá un impacto positivo en relación a la actualidad y es la calidad de agua de mar, porque ahora el agua que se desembocará será agua tratada y no como actualmente se está realizando al desembocar sin tratarse el agua.

En los factores bióticos tenemos un impacto levemente positivo porque los animales y plantas que forman parte o viven en el mar al emitirse agua tratada no tendrán ningún efecto dañino y todo lo contrario porque con el tratamiento de las aguas al desembocar no afectará en nada.

Por el análisis de Impacto Ambiental efectuado, se puede afirmar que el proyecto de la planta de tratamiento de aguas servidas no causará mayor impacto negativo en el medio ambiente, y por el contrario tendrá un impacto positivo, que será en beneficio de la comunidad y de los animales que viven a su alrededor.

La comunidad será la parte más beneficiada, ya que todos sus impactos son positivos al haber generación de empleo, una mejor calidad de agua y salud y seguridad para todos los habitantes de la pueblo.

4.4. IMPACTOS AMBIENTALES

4.4.1. IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Los impactos ambientales que se producirán en la fase de construcción será en su mayoría negativos, pero estos impactos no tendrán una duración tan prolongada como la vida útil del proyecto.

IMPACTOS NEGATIVOS

- Deterioro de la calidad del aire
- Contaminación del suelo
- Alteración y destrucción de la flora y la fauna donde se construirá la planta
- Producción de desechos sólidos y líquidos

IMPACTOS POSITIVO

- Generación de empleo

4.4.2. IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En la fase de operación y mantenimiento del proyecto se tendrá una mayoría de impactos positivos, los cuales durarán hasta que cumpla con su vida útil la planta que será alrededor de unos 25 años.

IMPACTOS NEGATIVOS

- Constante contaminación del suelo por infiltración del agua del secado de los lodos
- Contaminación del aire producto de los malos olores causado por el proceso de tratamiento y secado de lodos
- Desvalorización de los terrenos aledaños por la existencia de la planta
- Afectación al paisajismo

IMPACTOS POSITIVOS

- Mejor calidad del agua de mar en las zonas costeras
- Producción de empleo
- Mejor calidad de vida de la flora y fauna acuática
- Disminución considerable de impacto ambiental que se produce en la actualidad
- Disminución de enfermedades
- Aumento del turismo

4.5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación son un conjunto de acciones para evitar, minorar o eliminar el impacto producido por un proyecto u obra a ejecutarse en cualquier fase de su ejecución.

La mitigación se encarga de realizar planes de prevención para afectar en la mínima cantidad al medio ambiente y buscar una forma de reponer lo afectado.

4.5.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Para el presente proyecto se debe considerar las siguientes medidas de mitigación:

- Se debe tener un adecuado manejo y acumulación de desechos y desperdicios generados en la obra, indicando donde debe ir cada desecho producido para tener una buena organización al momento de trasportar dichos desperdicios.
- Se debe humedecer todo el terreno donde se va a realizar los trabajos de excavación para tener el mínimo levantamiento de polvo.
- Dar charlas para hacer conocer sobre el proyecto y sus beneficios, y así mantener a toda la ciudadanía informada sobre lo que se va a realizar.
- Realizar la entrega de implementos protección para polvo, gases y malos olores como cascos y chalecos de seguridad a todo el personal que se encuentre en la obra.

4.5.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la fase de operación se debe tener las siguientes medidas de mitigación:

- Tener las debidas precauciones al momento de remover los lodos proporcionando al personal encargado los equipos de seguridad.
- Tener un adecuado manejo de los lodos al momento del secado y llevar a sitios autorizados para su disposición o utilizarlos como abono.

4.6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El PMA para este proyecto tendrá precauciones para asegurar el funcionamiento adecuado de la planta de tratamiento, donde también se tomarán medidas para tener condiciones adecuadas y seguras para el personal encargado de la obra en las diferentes etapas del proyecto.

4.6.1. OPERACIÓN

Al momento del funcionamiento es indispensable que todos los elementos del proyecto funcionen adecuadamente para no tener ningún tipo de alteración al medio después de que se haya tomado las debidas medidas de seguridad, para esto debe llevarse una constante evaluación de cómo está funcionando la planta de tratamiento.

4.6.2. SEGURIDAD

Para la etapa de construcción, operación y mantenimiento se debe considerar las siguientes medidas:

- **Entrega de equipos de protección personal**

Se debe realizar la entrega de todos los equipos necesarios para proteger al personal que va a realizar alguna actividad dentro del proyecto.

- **Capacitación de manejo y control de desechos**

Se debe capacitar al personal sobre los peligros que pueden causar los desechos y como se los debe manejar. También se debe indicar como debe ser su comportamiento dentro de la obra.

- **Colocación de señaléticas**

Es muy importante colocar señaléticas en una obra para que el personal que ingrese tome sus debidas precauciones.

- **Colocación de extintor contra incendios**

Toda obra debe contar con sus equipos de seguridad y en este caso se debe contar con un extintor en caso de que se presente algún inconveniente. El extintor debe tener su debido mantenimiento y contar con su fecha de caducidad para que al momento de un percance funcione sin problemas el extintor.

- **Inspección de seguridad**

Constantemente se debe realizar la revisión de que todo el personal utilice sus equipos de protección y que el lugar cuente con la respectiva señalización de seguridad.

- **Control, transporte y disposición final de desechos sólidos**

Se debe tener un debido control de los desechos producidos, para ser transportados sin ningún problema y llevar a su debido lugar de disposición final de los desechos.

- **Mimetización del proyecto**

Tratar de causar el menor impacto visible del proyecto en la zona, esto quiere decir que al final del proyecto se deben sembrar plantas para minimizar el impacto paisajístico.

4.7. CONCLUSIONES

- De la evaluación y análisis de impactos identificados en el proyecto se puede deducir que no generará impactos ambientales negativos representativos sobre el medio ambiente al momento de construir la planta de tratamiento.
- La construcción y posterior operación y mantenimiento del proyecto permitirá solucionar tanto los problemas medioambientales y sanitarios, problemas que afecta actualmente al mar y por ende a sus especies que viven en ella.
- Mediante la adopción de medidas protectoras, compensatorias y preventivas durante la etapa de construcción, los recursos naturales no se verán afectados por un deterioro irreversible y no influirá negativamente sobre el entorno; mientras que los impactos positivos son importantes para el desarrollo social y ambiental de la zona de influencia y en general de la población del área de influencia, por lo que el proyecto se convierte en ambientalmente viable.
- En la evaluación del factor ambiental más beneficioso es la producción de empleo y la mejor calidad de vida que llevarán las personas que habitan.
- Tomando precauciones durante la excavación y movimiento de tierras para la etapa de operación, los impactos ambientales que inciden sobre el medio no se verán afectados en aspectos como vegetación, paisaje y el entorno del lugar.
- Al mejorar la calidad de vida de los habitantes, los turistas le tomarán más en cuenta a la isla como un destino turístico por lo que la economía del pueblo mejoraría notoriamente.

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En este capítulo se hace referencia a las especificaciones técnicas que se van a tomar en consideración los requisitos de calidad y los procedimientos más usuales para el momento de la ejecución de los trabajos que se necesitarán realizar en la obra. La construcción de la planta de Tratamiento de la población de Puerto Villamil deberá estar bajo la dirección técnica de un profesional especializado en estos tipos de proyecto y que vigilará cada proceso a realizarse y se lo conocerá como al fiscalizador.

5.1. ESPECIFICACIONES DE LA CONSTRUCCIÓN²³

5.1.1. TRAZADO Y REPLANTEO

DEFINICIÓN

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base de los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador; como paso previo a la construcción.

ESPECIFICACIONES

Todos los trabajos de replanteo y nivelación con aparatos de precisión y por el personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

²³ Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, “Especificaciones Técnicas Generales”

La empresa dará al contratista como datos de campo, el punto geográfico referente en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

FORMA DE PAGO

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en zanjas y por metro cuadrado en el caso de estructura. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobado por el ingeniero fiscalizador.

5.1.2. DESBROCE Y LIMPIEZA

DEFINICIÓN

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados por el plano. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción los árboles, incluidas sus raíces, arbustos, hierbas, etc., y cualquier vegetación en la áreas de servidumbre de mantenimiento y proceder a la disposición final en forma satisfactoria para el fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce de limpieza.

ESPECIFICACIONES

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza, deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción en los sitios que se indique; no pudiendo ser utilizados por el constructor sin previo consentimiento de aquel.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante, y deberá ser estibado en los sitios que se indique; no pudiendo ser utilizados por el constructor sin previo consentimiento de aquel.

Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del constructor.

La operación de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

Cuando se presenten en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción de las mismas, éstos deben ser retirados desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes. Deben ser medidos y cuantificados para proceder al pago por metro cúbico de desbroce.

FORMA DE PAGO

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el constructor fuera de las áreas que se indique en el proyecto, o disponga el ingeniero fiscalizador de la obra.

5.1.3. EXCAVACIÓN A MANO

DEFINICIÓN

Se entiende por excavación en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, canales, drenes, elementos estructurales, alojar tuberías y colectores; incluyendo las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro de material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiere hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

ESPECIFICACIONES

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes, imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero fiscalizador.

Cuando a juicio del ingeniero fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del ingeniero fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado,

usando material conveniente aprobado por el ingeniero fiscalizador, y a costo del contratista.

EXCAVACIÓN A MANO

Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia en fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5cm, y el 40% del volumen excavado.

FORMA DE PAGO

La excavación a mano se medirá en metros cúbicos con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al constructor.

El pago se realizará por el volumen realmente excavado, calculado por franjas en los rangos determinados en esta especificación, mas no calculado por la altura total excavada.

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el ingeniero fiscalizador.

4.1.4 HORMIGONES

DEFINICIÓN

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante, de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos) en proporciones adecuadas; puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales.

ESPECIFICACIONES

GENERALIDADES

Estas especificaciones técnicas incluyen todos los materiales, herramientas, equipo, fabricación, transporte, manipulación, vertido, con el propósito de que esto tenga sus acabados y resistencias requeridas.

CLASES DE HORMIGÓN

Las clases de hormigón a utilizarse en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenada por el fiscalizador.

La clase de hormigón está relacionada con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen 2 clases de hormigón, conforme se indica a continuación:

TIPO DE HORMIGÓN	f_c (Kg/cm ²)
HS	180
HS	210

El hormigón de 210 kg/cm² de resistencia está destinado al uso de estructuras, pozos y tanques.

El hormigón de 180 kg/cm² de resistencia se destinará para el uso de replantillos.

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la entidad contratante. El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones.

Los cambios en la dosificación contarán con la aprobación del Fiscalizador.

NORMAS

Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

MATERIALES

CEMENTO

Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152.

REQUISITOS

No deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Portland: Rocafuerte, Chimborazo, Guapán y Selva Alegre.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504.

El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo.

El cemento Portland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente maestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado.

La comprobación del cemento, indicado en el párrafo anterior, se referirá a:

TIPO DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	ENSAYO INEN
Análisis químico	INEN 152
Finura	INEN 196, 197
Tiempo de fraguado	INEN 158, 159
Consistencia normal	INEN 157
Resistencia a la compresión	INEN 488
Resistencia a la flexión	INEN 198
Resistencia a la tracción	AASHTO T-132

Fuente: EMAAP-Q

Si los resultados de las pruebas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento estos deberán almacenarse por separado y se los identificará convenientemente para evitar que sean mezclados.

FORMA DE PAGO

El hormigón será medido en metros cúbicos (m³) con dos decimales de aproximación, determinándose directamente en las obras las cantidades correspondientes.

5.1.4. ACERO DE REFUERZO

DEFINICIÓN

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, pozos, tanques, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, cajas de revisión, etc., de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

ESPECIFICACIONES

Acero en barras

El Constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario, estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el Ingeniero Fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm², grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM-A 617. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, las varillas de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de hormigón simple, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de este. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto; o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

FORMA DE PAGO

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg) con aproximación a la décima. Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

5.1.5. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

DEFINICIÓN

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retira los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

ESPECIFICACIONES

Los encofrados contruidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1 cm.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que por sí solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales, deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2 mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del fiscalizador para el procedimiento del colado no relevará al constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al constructor el cálculo de elementos encofrados que justifiquen esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

FORMA DE PAGO

Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m²) con aproximación de dos decimales.

No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrada por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del ingeniero fiscalizador.

5.1.6. ENLUCIDO

DEFINICIÓN

Se entiende enlucido vertical liso, al revestimiento de paredes y losas con mortero y luego una colocación de yeso para que la superficie quede completamente lisa.

ESPECIFICACIONES

Los componentes del mortero se medirán por volumen, según la relación cemento-arena para obtener un buen terminado.

FORMA DE PAGO

Su medición se realizará en metros cuadrados y su medición se realizara en obra.

5.1.7. ACARREO MECÁNICO

DEFINICIÓN

Se entenderá como acarreo mecánico al embarque, transporte y descarga del material que queda como desperdicio en el lugar de trabajo.

ESPECIFICACIONES

El acarreo de materiales productos de los desperdicios de la obra, debe ser llevados por aceptación de fiscalización y en equipos de buena condición, sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes.

FORMA DE PAGO

El acarreo mecánico de los materiales en una distancia dentro de la zona de libre colocación se medirá en metros cúbicos (m³) con dos decimales de aproximación.

5.1.8. CHARLA EDUCATIVA-PUBLICITARIA

DEFINICIÓN

Se entiende a charlas educativas o publicitarias a las exposiciones que se realizarán antes del proyecto para tener una mejor acogida.

ESPECIFICACIONES

El lugar donde se realicen las charlas deben constar con instalaciones sanitarias básicas y servicios básicos, donde las personas encargadas de las charlas y personas que asistan se sientan cómodas.

FORMA DE PAGO

El pago se realizará por unidad completa o sea los montos globales incluidos en el rubro.

5.1.9. AGUA PARA CONTROLAR POLVO

DEFINICIÓN

Se entiende a agua para controlar polvo como al riego de agua sobre la superficie donde se puede levantar gran cantidad de polvo y producir alguna contaminación al aire.

ESPECIFICACIONES

El agua será distribuida de manera uniforme por medio de una manguera que al final contendrá una mariposa que ira girando lentamente ara rociar todo el terreno, en determinados tiempos se irá cambiando de posición para que sea regado todo el terreno.

FORMA DE PAGO

La unidad de pago se realizará en metros cúbicos.

5.1.10. SILLA YEE

DEFINICIÓN

Se entenderá por silla Yee a los accesorios que servirá para unir y formar un conjunto con las tuberías plásticas.

ESPECIFICACIONES

Para la instalación de este elemento se utilizará de material se PVC, el mismo material que se fabricará la tubería, en el cual incluye la instalación y el material.

FORMA DE PAGO

La colocación de cada accesorio se contará directamente en la obra y se contará por unidades.

5.1.11. TUBERÍA PLÁSTICA

DEFINICIÓN

Se entiende como al suministro e instalación de la tubería plástica, la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado que garantice hermeticidad en la unión.

ESPECIFICACIONES

La tubería plástica debe cumplir a la NORMA INEN 2059 y en su interior debe ser lisa.

FORMA DE PAGO

El suministro, instalación de las tuberías plásticas se medirá en metros lineales con dos decimales de precisión.

5.1.12. BOMBA CENTRÍFUGA

DEFINICIÓN

Éste tipo de bombas están aptas de evacuar aguas claras o líquidos parecidos al agua que tengas características físicas y químicas similares al agua.

Cuenta con elementos de aceros inoxidable o bronce.

FORMA DE PAGO

Se pagará por unidad

5.2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

5.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZARSE

5.2.1.1. CEMENTO

El cemento es un conglomerado formado a partir de la mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse dando adherencia y cohesión con los elementos que se combinen al contacto con el agua, y formar una masa sólida de gran resistencia a la compresión.

5.2.1.2. ACERO DE REFUERZO

El acero por su gran ductilidad y resistencia a la tensión, es un elemento importante para combinarse con el hormigón, ya que el hormigón tiene una baja resistencia a la tensión.

El acero de refuerzo debe ser corrugado para tener mayor adherencia con el concreto debido a las rugosidades y salientes de la varillas y con resistencia a la fluencia f_y no menor a 4200 kg/cm^2 . Las dimensiones de las varillas van desde el $\frac{1}{4}$ a $2\frac{1}{4}$ de pulgada.

El acero sirve para controlar las deformaciones debidas a las temperaturas y distribuye la carga al concreto y al resto de refuerzo de acero.

5.2.1.3. AGREGADO

El material granular constituye el mayor volumen en la mezcla para la preparación del hormigón y su volumen oscila entre el 70% al 75%, las propiedades que debe tener el agregado son de buena resistencia, durabilidad y capacidad de resistir a la intemperie, este material debe estar constituidos por partículas sanas y libres de impurezas como la arcilla, limos, grasas, aceites y libre de materia orgánica porque debilitar la unión con el cemento.

AGREGADO FINO

El agregado fino o también conocido como arena, es cualquier material que pasa el tamiz #4. El agregado fino más adecuado es la arena natural de granos redondos, también se puede emplear el polvo de piedra que es el resultado de la trituración de rocas.

Para tener un buen agregado fino, este debe ser bien graduado para que pueda llenar todos los espacios y producir mezclas bien confinadas.

Cuando el agregado fino no cumple con su trabajo, este se puede notar en la asperidad de la mezcla y cuando existe exceso del mismo absorbe demás agua.

AGREGADO GRUESO

El agregado grueso o ripio es un material donde cuyas partículas son mayor a 4.75 mm de diámetro nominal y el tamaño de las partículas más grandes del árido no deben ser mayor a:

- $1/5$ de la menor dimensión de la sección transversal del elemento a construir,
- $1/3$ del espesor de la losa,
- $3/4$ del espaciamiento libre entre varillas o paquetes de varillas de acero de refuerzo, cables de pretensado o ductos embebidos.
- el recubrimiento de las varillas de acero de refuerzo.

Las partículas del árido grueso serán de formas cúbicas, evitando las formas alargadas y laminares²⁴.

La resistencia al desgaste si el agregado va a ser utilizado en losas o pavimentos no debe ser mayor al 35% y si se va a utilizar en otras estructuras no deben ser mayor al 40%.

Se debe evitar agregados con formas angulosas ya que estas producen mezclas ásperas y difíciles de manejar.

²⁴ NEC 2011, Cap.1-Cargas y Materiales,Agrgado, pág.18.

5.2.1.4. AGUA

El agua es un elemento que tiene un papel muy importante en el hormigón, ya que es el componente que se combina químicamente con el cemento para producir la pasta que unirá a los agregados y también es utilizado como medio de curado de las estructuras recién construidas.

El agua representa en el hormigón entre el 10% al 25% del volumen del concreto recién mezclado, dependiendo del tamaño del agregado que se utilice y del asentamiento que se necesite.

El agua empleada en la mezcla debe estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivas al hormigón o al acero de refuerzo.

El agua potable y casi cualquier agua natural que se pueda beber y que no tenga sabor u olor marcado, se pueden utilizar en la elaboración del hormigón.

No serán utilizadas en la preparación de un hormigón, aguas servidas, aguas de desechos industriales, aguas blandas o de deshielo de montañas, aguas con elevadas concentraciones de sólidos disueltos o en suspensión. No es conveniente emplear agua salada o de mar.

Las sales u otras sustancias nocivas que provengan de los áridos o de los aditivos, serán contabilizadas en la cantidad que pueda contener el agua de mezclado. Las impurezas excesivas en el agua de mezclado, pueden afectar no solo el tiempo de fraguado, la resistencia del hormigón y la estabilidad volumétrica (variación dimensional), sino que pueden provocar corrosión del acero de refuerzo y eflorescencias.

El agua utilizada para el curado del hormigón, será limpia y libre de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que son nocivas para el hormigón durante el fraguado o después del mismo²⁵.

5.2.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL HORMIGÓN

5.2.2.1. PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO

a) Cohesión y trabajabilidad

Son características del hormigón fresco que ayuda a evitar la segregación y facilita el manejo de previo su colocación. La granulometría y el tamaño máximo del agregado son factores muy importantes que influyen mucho en la cohesión y trabajabilidad.

b) Asentamiento y sangrado

El asentamiento es una etapa natural en el cual los elementos más pesados que componen el hormigón (cemento y agregados) tienden a descender, esto se produce cuando el concreto queda en reposo.

El sangrado sucede cuando el agua, que es el elemento menos denso tiende a subir.

Cuando el asentamiento y el sangrado se producen en exceso, se considera al concreto que no es deseable porque provocan cierta estratificación en la masa del concreto, según la cual se forma en la superficie superior una capa menos resistente y durable por su mayor concentración de agua.

²⁵ NEC 2011, Cap.1-Cargas y Materiales, Agua, pág.19.

5.2.2.2. PROPIEDADES EN ESTADO DURO

a) Resistencia Mecánica

La característica importante del hormigón es la resistencia a la compresión, porque tiene una gran capacidad de resistir grandes compresiones, mientras que su debilidad es la resistencia a la tensión ya que tiene una baja resistencia.

Los factores que afectan a la resistencia del hormigón es la cantidad de cemento que se coloca en la mezcla y la relación agua-cemento.

Cuando la cantidad de cemento aumenta, también aumenta la resistencia, pero cuando se excede de una cierta cantidad de 470 kg/m^3 de hormigón tiene un retroceso en su resistencia, mientras que la relación agua-cemento (A/C) produce distintas resistencias de acuerdo al tipo de agregado que se utilice y al tipo de cemento.

b) Durabilidad

El hormigón debe tener una gran capacidad de resistir a la intemperie, a los efectos químicos que puede producir al tener contacto con diferentes medios y al desgaste que se pueden someter por el servicio que presta. Los agentes químicos que mayormente afectan a la durabilidad son los ácidos inorgánicos y los sulfatos de calcio, sodio, magnesio, aluminio de hierro y magnesio, estos agentes químicos son los que causan mayor daño al hormigón desintegrando o dañando.

c) Impermeabilidad

El hormigón forma un cuerpo poroso y nunca va a ser totalmente impermeable, pero es una propiedad que se puede mejorar reduciendo la cantidad de agua en la mezcla,

utilizando aditivos para impermeabilizar (Sikafill®5) y con un buen curado adecuado por un tiempo prolongado.

5.2.3. PROCESO DE HORMIGONADO

5.2.3.1. PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN

Para la preparación del hormigón todos los equipos mezcladores y de transporte deben estar limpio, las herramientas tienen que estar debidamente húmedas y debe retirarse todos los escombros del lugar donde se preparará el hormigón.

Al momento de que ya se encuentre listo el lugar, se mezcla el concreto hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales. Si se utiliza una mezcladora, para tener una buena mezcla se debe prolongar el mezclado no menos de 90 segundos después de que todos los materiales se encuentren dentro del tambor para ser desembocado todo el hormigón.

5.2.3.2. COLOCACIÓN Y TRANSPORTE DEL HORMIGÓN

El concreto debe ser transportado cuidadosamente evitando la segregación o la pérdida de material.

El hormigón para ser colocado debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación
- La colocación debe realizarse a una velocidad que conserve su estado plástico en todo momento y que pueda fluir fácilmente

- Una vez que se inicia la colocación del hormigón debe realizarse de forma continua hasta que se termine la sección solicitada.
- No verter el hormigón de no más de una altura de 1.5 metros de caída libre y no desplazar la masa horizontalmente.

5.2.3.3. COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN

El objetivo de la compactación es acomodar el hormigón y extraer el aire atrapado para lograr una mayor densidad, homogeneidad y adherencia a la armadura.

El hormigón se debe ir compactando a medida que es colocado, para realizar este proceso se puede utilizar herramientas manuales o mecánicas preferentemente, y así garantizar un hormigón denso, de buena adherencia con el acero de refuerzo y con las superficies lisas.

No se puede permitir que el hormigón no compactado se acumule en los encofrados o se endurezca en la mezcladora o en cualquier otra parte del sistema de transporte.

Para la compactación debe elegirse el método más adecuado dependiendo de la complejidad de los encofrados, densidad y distribución de acero de refuerzo para lograr una mezcla de hormigón esperada.

Para tener un buen compactado o vibrado del hormigón primero se debe colocar por capas de hasta 40 cm en hormigón en masa y 60 cm en hormigón armado.

Para realizar la compactación el método más utilizado se lo realiza mediante vibración, es un método adecuado para consistencias rígidas, propio de los hormigones de alta calidad.

Mediante el vibrado se reduce el aire contenido en el hormigón sin compactar que se estima del orden del 15 al 20% hasta un 2-3% después del vibrado.

La vibración no corrige la segregación que ha ocurrido debido a métodos defectuosos de manejo y colocación del hormigón.

El vibrador se debe aplicar sistemáticamente a intervalos cortos, de modo que las áreas vibradas del hormigón no traslapen. Para hormigón armado asegúrese que la inserción del vibrador sea por un lapso de 5 a 15 segundos y que los puntos de vibración estén separados de 45 cm a 75 m²⁶.

.

5.2.3.4. CURADO DEL HORMIGÓN

El curado es una de las operaciones más importantes en el proceso de puesta en obra por la influencia decisiva que tiene en la resistencia del elemento final. Durante el fraguado y primer endurecimiento se producen pérdidas de agua por evaporación, formándose huecos capilares en el hormigón que disminuyen su resistencia. En particular el calor, la sequedad y el viento provocan una evaporación rápida del agua incluso una vez compactado. Es preciso compensar estas pérdidas curando el hormigón añadiendo abundante agua que permita que se desarrollen nuevos procesos de hidratación aumentando la resistencia.

Las superficies expuestas de hormigón portland deben mantenerse húmedas por lo menos 7 días, ya que mientras mayor es la cantidad de humedad retenida dentro del hormigón mayor es la eficiencia del curado.

El método más utilizado para el curado es el curado con agua, es un método en el cual se debe proporcionar sobre el hormigón una cubierta completa y continua con agua que esté libre de sustancias perjudiciales.

²⁶ NEC-2011, Cap. 4, Hormigón Armado, Compactación, Pág. 36.

Los métodos aprobados para su utilización son:

Anegamiento o inmersión: La inmersión total en agua del elemento de hormigón ya fabricado es el método más completo. Se emplea principalmente en losas de piso, losas de puente, pavimentos y cubiertas planas. La temperatura del agua de curado no debe ser menor en 11°C a la temperatura del hormigón, ya que el posible desarrollo de esfuerzos por temperatura en la superficie puede causar agrietamiento.

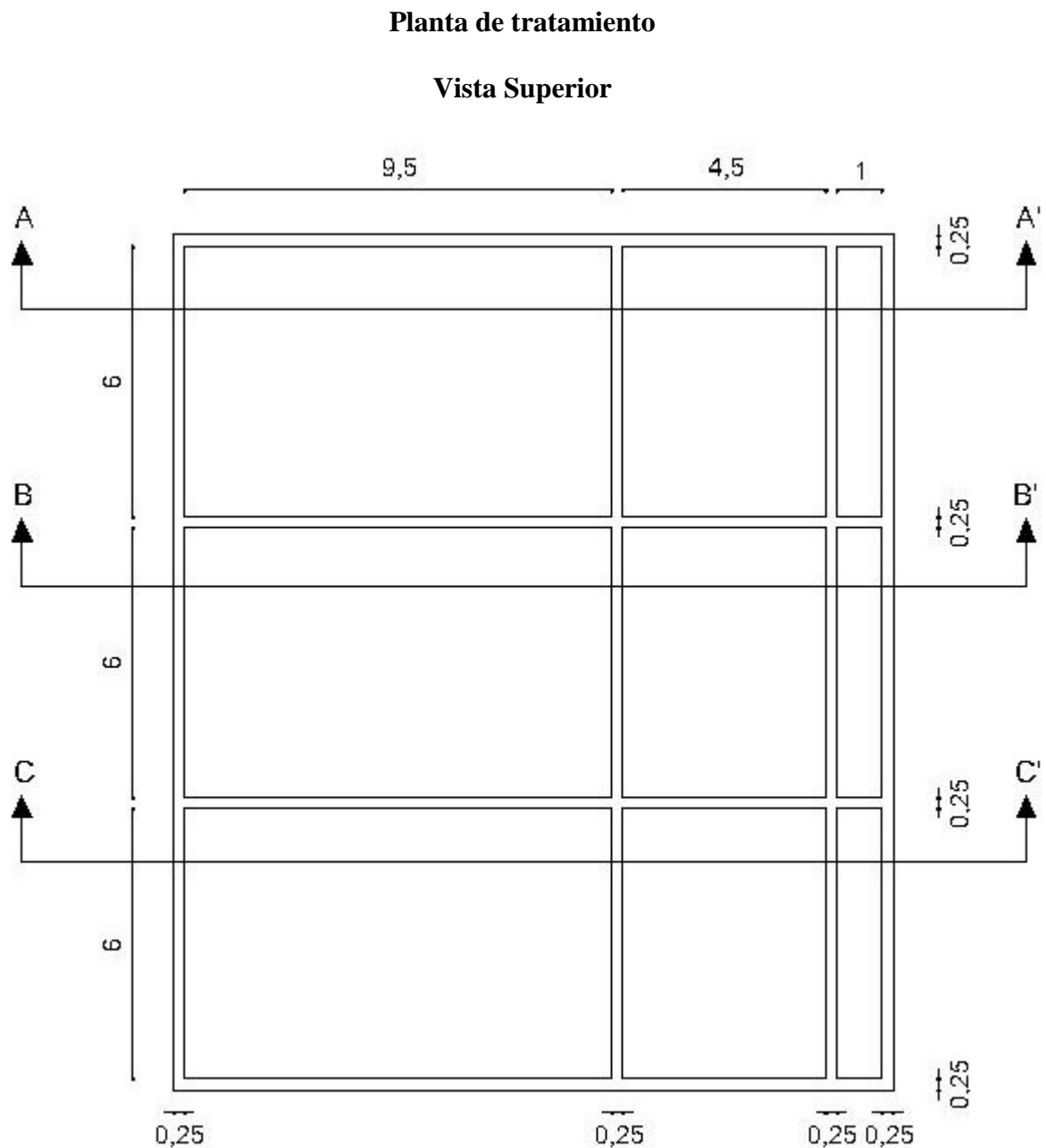
Costales, mantas de algodón o alfombras: Todas las cubiertas de material absorbente retendrán agua sobre la superficie del hormigón. Las mantas de algodón y las alfombras retienen el agua durante más tiempo que los costales, con menos riesgo de secarse. Todos estos materiales deben estar libres de sustancias dañinas para el hormigón que puedan afectar su apariencia.

Tierra mojada: Recomendada para trabajos pequeños como losas o pisos sobre la rasante²⁷.

²⁷ NEC-2011, Cap. 4, Hormigón Armado, Curado, Pág. 39.

6. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE RESERVA

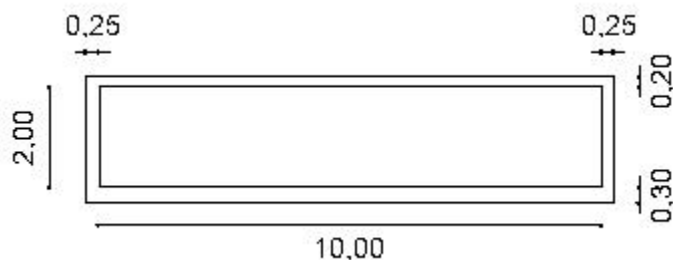
6.1. DIMENSIONES



Esc. 1: 150

Tanque de reserva

Corte A – A'



Esc. 1: 150

6.2. CARGAS PRESENTES

Carga Muerta

La carga muerta consiste en el peso de los elementos estructurales que componen la planta de tratamiento como la losa superior, losa inferior, paredes externas e internas.

Carga Viva

Se considerará una carga viva de 200 kg/m^2 sobre la losa superior de la planta de tratamiento debido a la necesidad de realizar trabajos de mantenimiento u otras actividades.

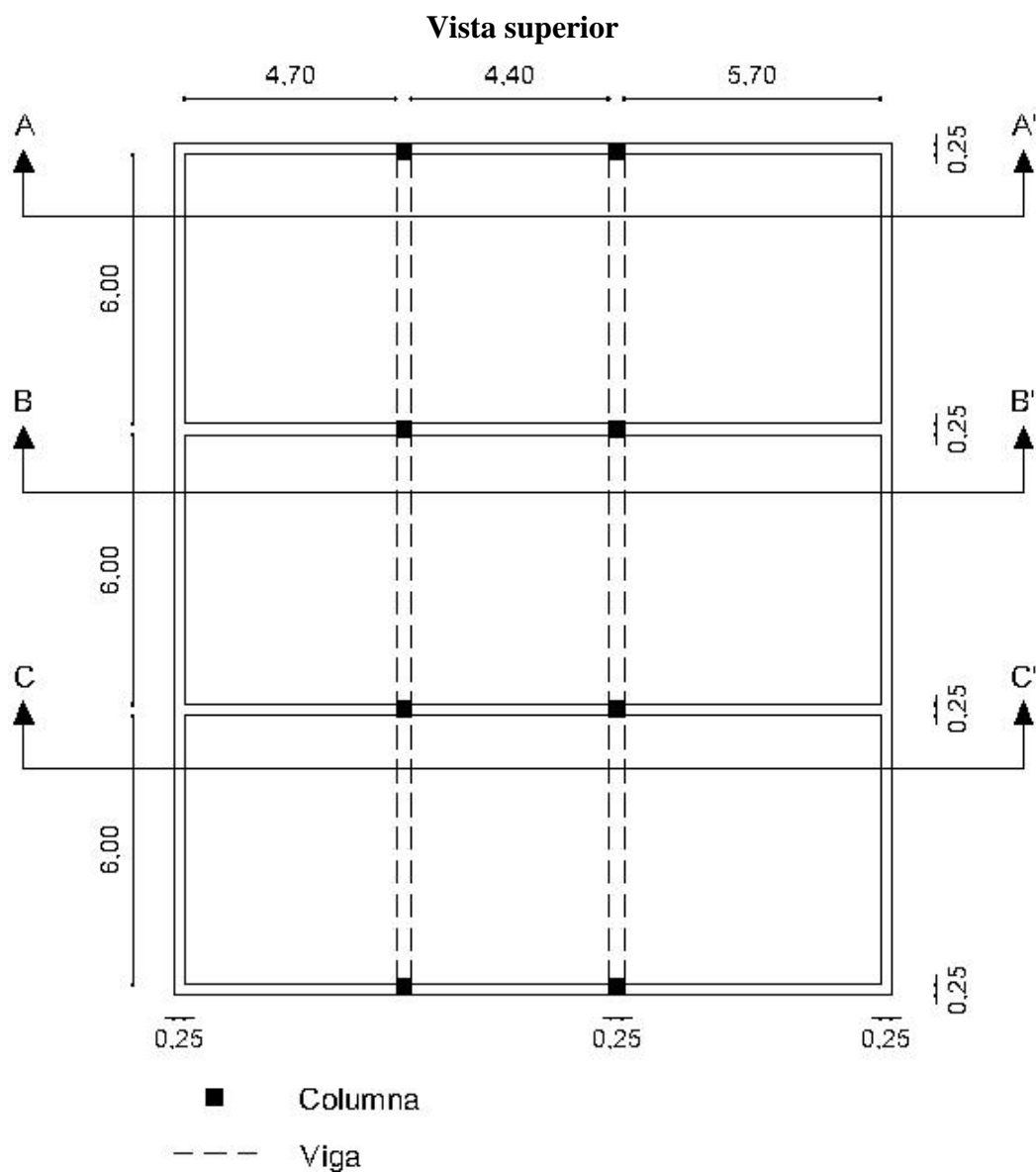
Presión hidrostática

La planta de tratamiento va a tener una altura de agua constante de 2 m por lo tanto sus paredes van a soportar fuerzas ocasionadas por presión hidrostática. Se considerará también una altura de agua de 2,85 m para contemplar casos en los que la planta de tratamiento pueda llenarse totalmente.

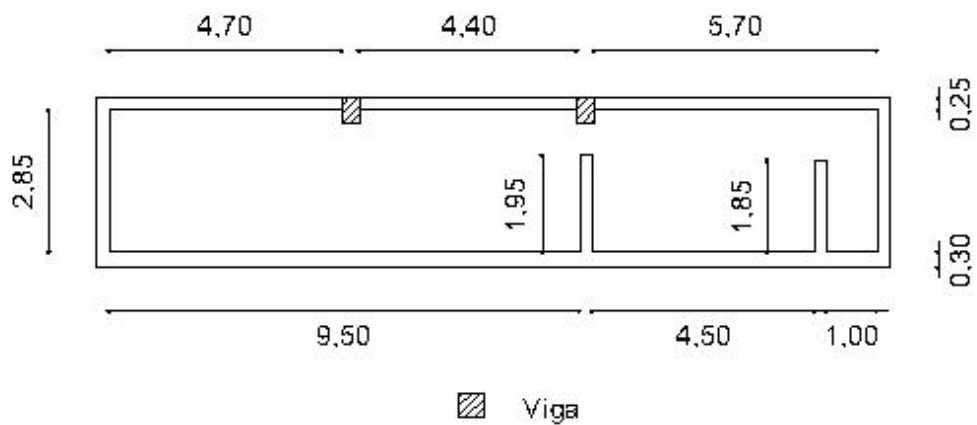
6.3. PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL

6.3.1. PLANTA DE TRATAMIENTO

Los módulos de la planta de tratamiento tienen 15,50 m de largo y 6,00 m de ancho. Teniendo en cuenta estas dimensiones, se van a colocar vigas y columnas en las siguientes ubicaciones para soportar la losa superior.



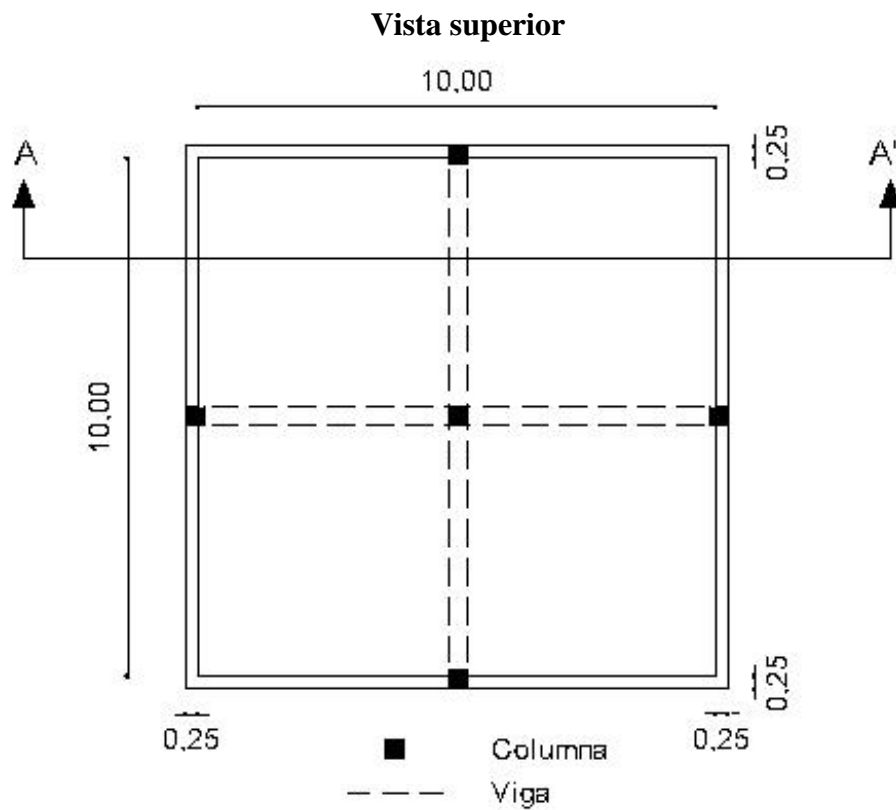
Esc. 1: 150
Cortes A-A', B-B' y C-C'



Esc. 1: 150

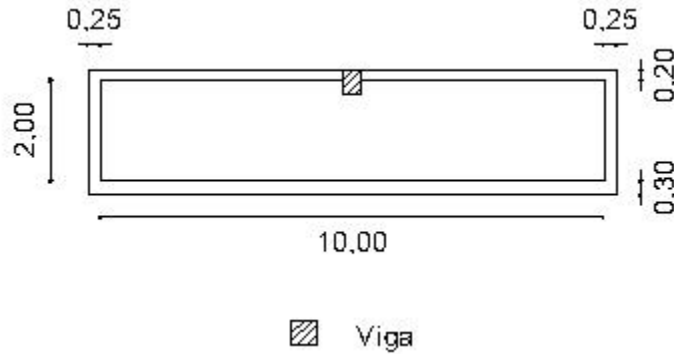
6.3.2. TANQUE DE RESERVA

El tanque de reserva tiene un largo y un ancho de 10.00 m. Considerando estas dimensiones se propone colocar vigas y columnas en las siguientes ubicaciones para soportar la losa superior.



Esc. 1: 150

Corte A-A'



Esc. 1:150

6.4. PREDISEÑO DE LOSAS

6.4.1. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE LA LOSA MACIZA

Se utiliza la ecuación ACI 318-11 (9-12)

$$h_{min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{14000}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$$

Donde:

h_{mín.} = Espesor de la losa maciza

ln = Claro libre en la dirección larga del panel, medido de cara a cara de los muros.

f_y = Esfuerzo de fluencia del acero en kg/cm².

α_m = Promedio de los valores de α para las cuatro vigas en los bordes del panel, siendo α la relación entre E.I. de la sección de la viga y E.I de la sección de la losa.

β = Relación de forma del panel. Relación entre la longitud larga y la longitud corta del panel.

Asumiendo α_{fm} = 0,2 se tiene

$$h_{min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{14000}\right)}{36}$$

Planta de tratamiento

Teniendo en cuenta los siguientes datos para la planta de tratamiento:

$$\begin{aligned}\text{Luz libre mayor (ln)} &= 6 \text{ m} \\ \text{Resistencia del acero (fy)} &= 4200 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Se obtiene la siguiente altura mínima de la losa maciza:

$$\text{Altura mínima (hmín)} = 18,33 \text{ cm}$$

Tanque de reserva

Teniendo en cuenta los siguientes datos para el tanque de reserva:

$$\begin{aligned}\text{Luz libre mayor (ln)} &= 4,85 \text{ m} \\ \text{Resistencia del acero (fy)} &= 4200 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

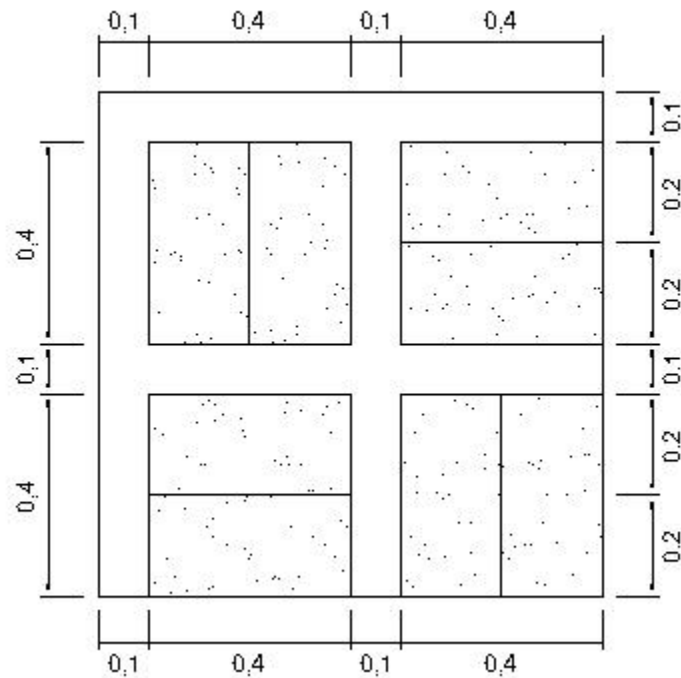
Se obtiene la siguiente altura mínima de la losa maciza:

$$\text{Altura mínima (hmín)} = 14,82 \text{ cm}$$

6.4.2. DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS LOSAS NERVADAS

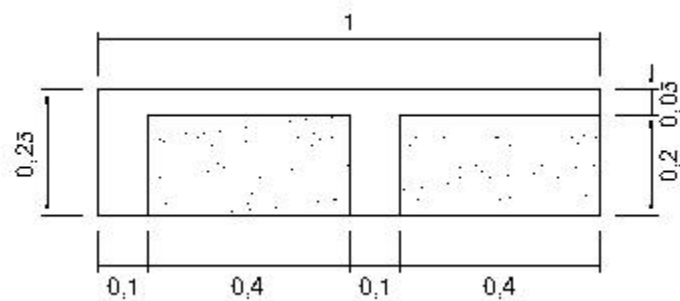
Planta de tratamiento

Vista superior



Esc. 1:15

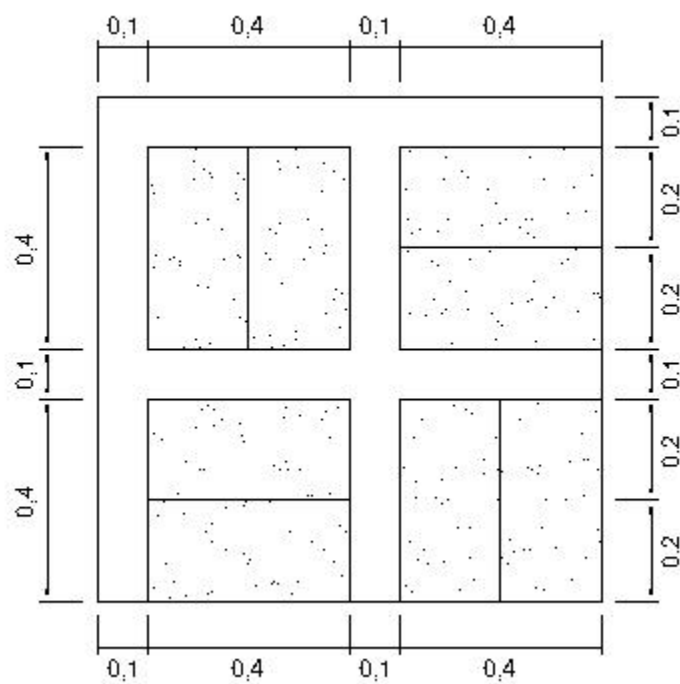
Vista frontal



Esc. 1:15

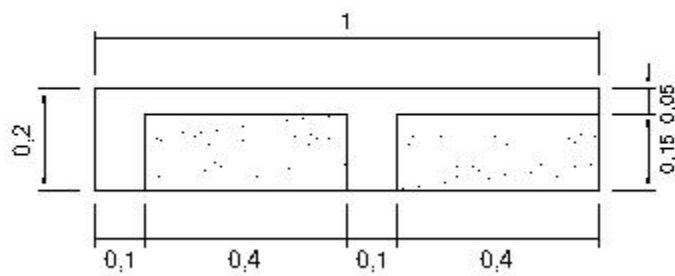
Tanque de reserva

Vista superior



Esc. 1:15

Vista frontal



Esc. 1:15

Planta de tratamiento

Dimensiones de la losa nervada

Espacio entre nervios = 40 cm
Ancho de nervios = 10 cm
Altura de nervios = 20 cm
Espesor de losa = 5 cm

Altura total de losa = 25 cm
Ancho de análisis = 50 cm

Centro de gravedad de la sección de losa

Figura	Área (cm ²)	y (cm)	Ay (cm ³)
Capa de compresión	250	22,5	5625
Nervios	200	10	2000
Sumatoria (Σ)	450	Sumatoria (Σ)	7625

Centro de gravedad y = 16,94 cm

Inercia de la sección de losa

I = 24548,61 cm⁴

Se procede a calcular la altura equivalente que tendría una sección rectangular de inercia igual a esta sección de losa y que tiene un ancho igual al ancho de análisis:

$$I = \frac{bh^3}{12} \text{ y } h = \sqrt[3]{\frac{12 I}{b}}$$

Altura equivalente

h = 18,06 cm

Esta altura es muy similar a la altura de la losa maciza determinada anteriormente, por lo tanto, una losa de 25 cm de altura cumple con el requerimiento establecido en el código ACI.

Tanque de reserva

Dimensiones de losa nervada

Espacio entre nervios = 40 cm
Ancho de nervios = 10 cm
Altura de nervios = 15 cm
Espesor de losa = 5 cm

Altura total de losa = 20 cm
Ancho de análisis = 50 cm

Centro de gravedad de la sección de losa

Figura	Área (cm ²)	y (cm)	Ay (cm ³)
Capa de compresión	250	17,5	4375
Nervios	150	7,5	1125
Sumatoria (Σ)	400	Sumatoria (Σ)	5500

Centro de gravedad y = 13,75 cm

Inercia de la sección de losa

I = 12708,33 cm⁴

Se procede a calcular la altura equivalente que tendría una sección rectangular de inercia igual a esta sección de losa y que tiene un ancho igual al ancho de análisis:

$$I = \frac{bh^3}{12} \text{ y } h = \sqrt[3]{\frac{12 I}{b}}$$

Altura equivalente

h = 14,50 cm

Esta altura es muy similar a la altura de la losa maciza determinada anteriormente, por lo tanto, una losa de 20 cm de altura cumple con el requerimiento establecido en el código ACI.

6.5. DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS SOBRE LAS LOSAS

Planta de tratamiento

Peso propio de la losa

$$\text{Peso de alivianamientos} = 14 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de nervios} = 0,173 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Peso de loseta de compresión} = 0,120 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Peso de alivianamientos} = 0,112 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Peso propio de losa (PP)} = 0,405 \text{ T/m}^2$$

Carga permanente

Enlucido inferior

$$\text{Peso específico} = 2 \text{ T/m}^3$$

$$\text{Espesor} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Peso} = 0,04 \text{ T/m}^2$$

Masillado

$$\text{Peso específico} = 2 \text{ T/m}^3$$

$$\text{Espesor} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Peso} = 0,04 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Carga permanente (CP)} = 0,08 \text{ T/m}^2$$

Carga muerta total

$$\text{Carga muerta (CM)} = \text{PP} + \text{CP} = 0,485 \text{ T/m}^2$$

Carga viva

$$\text{Carga viva (CV)} = 0,200 \text{ T/m}^2$$

Tanque de reserva

Peso propio de la losa

$$\text{Peso de alivianamientos} = 10 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de nervios} = 0,130 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Peso de loseta de compresión} = 0,120 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Peso de alivianamientos} = 0,080 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Peso propio de losa (PP)} = 0,330 \text{ T/m}^2$$

Carga permanente

Enlucido inferior

$$\text{Peso específico} = 2 \text{ T/m}^3$$

$$\text{Espesor} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Peso} = 0,04 \text{ T/m}^2$$

Masillado

$$\text{Peso específico} = 2 \text{ T/m}^3$$

$$\text{Espesor} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Peso} = 0,04 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Carga permanente (CP)} = 0,08 \text{ T/m}^2$$

Carga muerta total

$$\text{Carga muerta (CM)} = \text{PP} + \text{CP} = 0,410 \text{ T/m}^2$$

Carga viva

$$\text{Carga viva (CV)} = 0,2 \text{ T/m}^2$$

6.6. DISEÑO DE LAS LOSAS

Se utilizará el procedimiento del Método 3 del ACI para el diseño de la losa. Este método determina los momentos positivos, momentos negativos y los cortes que actúan sobre la losa en base a las siguientes expresiones:

a) Momentos flexionantes

Los momentos flexionantes en las franjas centrales se calcularán mediante el uso de las Tablas 1, 2 y 3 así como de las siguientes ecuaciones:

Momentos negativos

$$M_A(-) = C_{A\ neg} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_B(-) = C_{B\ neg} \times \omega_u \times B^2$$

Momentos positivos por carga muerta

$$M_{A\ CM} = C_{A\ CM} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CM} = C_{B\ CM} \times \omega_u \times B^2$$

Momentos positivos por carga viva

$$M_{A\ CV} = C_{A\ CV} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CV} = C_{B\ CV} \times \omega_u \times B^2$$

En las fórmulas anteriores

A = Longitud del claro en la dirección corta

B = Longitud del calor en la dirección larga

C = Coeficiente de momentos dados en las Tablas 1, 2 y 3 del Método 3 del ACI.

ω_u = Carga muerta o viva mayorada por unidad de superficie

Los momentos flexionantes en las franjas de columnas se reducirán gradualmente desde su valor completo M_A y M_B en el borde de la franja central hasta un tercio de estos valores en el borde del tablero.

Cuando el momento negativo a un lado del apoyo sea menor que el 80% del momento en el otro lado, la diferencia se distribuirá en proporción a las rigideces relativas de las losas.

Si la relación entre el claro corto y el claro largo es menor que 0,5, la losa se considerará como losa en una dirección procurando que a lo largo del borde corto se proporcionará el refuerzo negativo para una relación de 0.5.

En un borde discontinuo se usará un momento negativo igual a un tercio del momento positivo.

b) Fuerzas de corte

Las fuerzas de corte se calcularán mediante el uso de la Tabla 4 así como de las siguientes ecuaciones:

Bordes externos

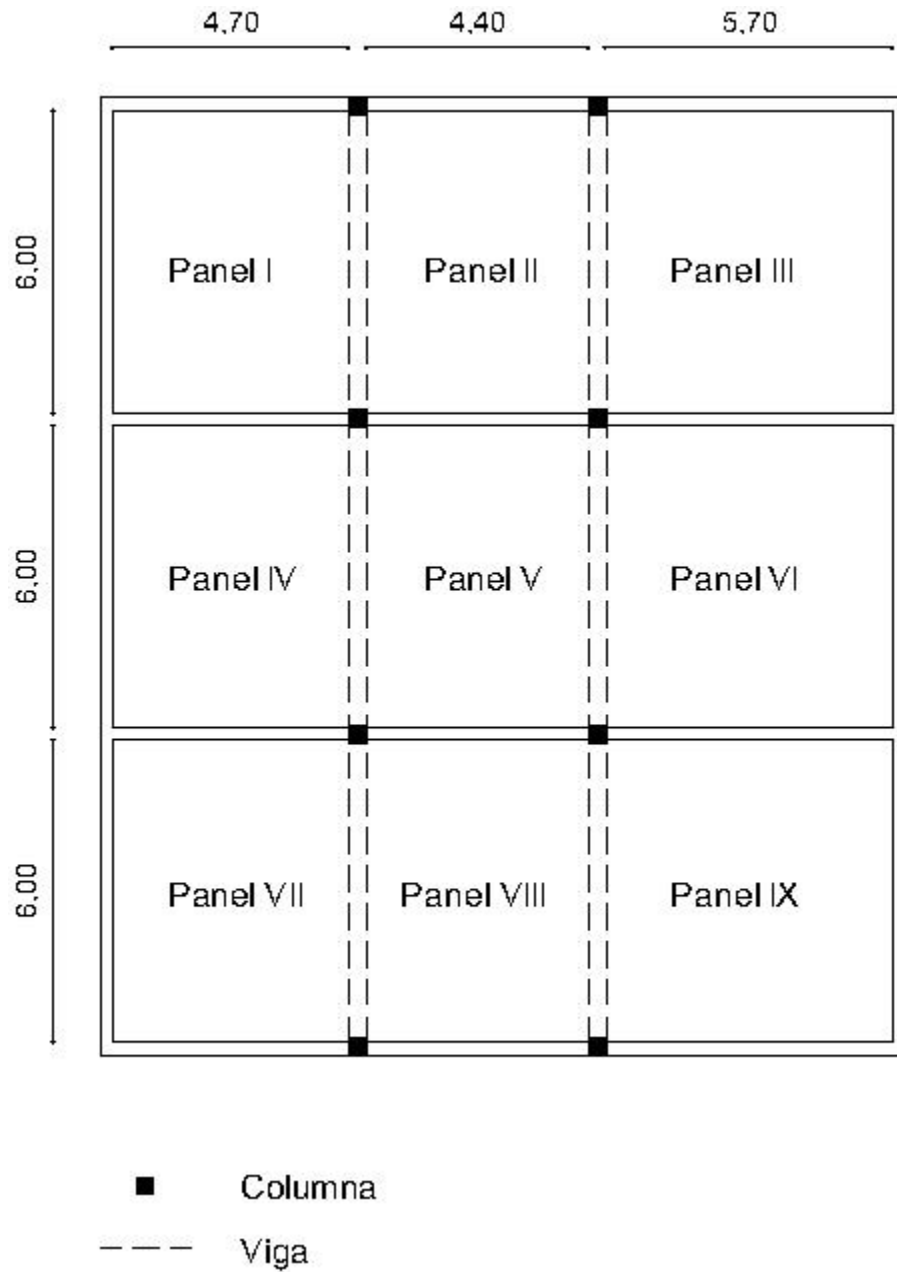
$$V_A = \frac{W_A \omega_u A}{2} \qquad V_B = \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Bordes continuos

$$V_A = 1,15 \frac{W_A \omega_u A}{2} \qquad V_B = 1,15 \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

6.6.1. MOMENTOS Y FUERZAS DE CORTE EN LA LOSA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Notación de los paneles de losa de la planta de tratamiento



Esc. 1: 150

Panel I

Cargas

Carga muerta (CM) =	0,485 T/m ²
Carga viva (CV) =	0,200 T/m ²

Cargas mayoradas

1,2 CM =	0,582 T/m ²
1,6 CV =	0,320 T/m ²
Total (ω_u) =	0,902 T/m ²

Dimensiones del panel

Ancho (A) =	4,70
Largo (B) =	6,00
Relación m = A/B	0,783

Momentos negativos

CA

m1 =	0,75
CA1 =	0,076

m2 =	0,8
CA2 =	0,071

CA interpolado =	0,073
------------------	-------

CB

m1 =	0,75
CB1 =	0,024

m2 =	0,8
CB2 =	0,029

CB interpolado =	0,027
------------------	-------

Cálculo de momentos negativos

$$M_A(-) = C_{A\ neg} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_B(-) = C_{B\ neg} \times \omega_u \times B^2$$

M A (-) =	1,45 Tm
M B (-) =	0,89 Tm

Momentos positivos por carga muerta

CA

$$m1 = 0,75$$

$$CA1 = 0,043$$

$$m2 = 0,8$$

$$CA2 = 0,039$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,040$$

CB

$$m1 = 0,75$$

$$CB1 = 0,013$$

$$m2 = 0,8$$

$$CB2 = 0,016$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,015$$

Cálculo de momentos positivos por carga muerta

$$M_{A\,CM} = C_{A\,CM} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\,CM} = C_{B\,CM} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\,A\,(+)\,CM = 0,52\,\text{Tm}$$

$$M\,B\,(+)\,CM = 0,31\,\text{Tm}$$

Momentos positivos por carga viva

CA

$$m1 = 0,75$$

$$CA1 = 0,052$$

$$m2 = 0,8$$

$$CA2 = 0,048$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,049$$

CB

$$m1 = 0,75$$

$$CB1 = 0,016$$

$$m2 = 0,8$$

$$CB2 = 0,02$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,019$$

Cálculo de momentos positivos por carga viva

$$M_{A\,CV} = C_{A\,CV} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\,CV} = C_{B\,CV} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\,A\,(+)\,CV = 0,35\,\text{Tm}$$

$$M\,B\,(+)\,CV = 0,22\,\text{Tm}$$

Momentos positivos totales

M A (+) =	0,87 Tm
M B (+) =	0,53 Tm

Momentos negativos en bordes discontinuos

M A (-) disc = M A (+)/3	0,29 Tm
M B (-) disc = M B (+)/3	0,18 Tm

Cortes

WA

m1 =	0,75
WA1 =	0,76
m2 =	0,8
WA2 =	0,71
WA interpolado =	0,727

WB

m1 =	0,75
WB1 =	0,24
m2 =	0,8
WB2 =	0,29
WB interpolado =	0,273

Cálculo de cortes

Bordes externos

$$V_A = \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Bordes continuos

$$V_A = 1,15 \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = 1,15 \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Corte en bordes externos

VA =	1,54 T
VB =	0,74 T

Cortes en bordes continuos

VA cont =	1,77 T
VB cont =	0,85 T

Panel II

Cargas

Carga muerta (CM) =	0,485 T/m ²
Carga viva (CV) =	0,200 T/m ²

Cargas mayoradas

1,2 CM =	0,582 T/m ²
1,6 CV =	0,320 T/m ²
Total (Wu) =	0,902 T/m ²

Dimensiones del panel

Ancho (A) =	4,40
Largo (B) =	6,00
Relación m = A/B	0,733

Momentos negativos

CA

m1 =	0,7
CA1 =	0,081
m2 =	0,75
CA2 =	0,078
CA interpolado =	0,079

CB

m1 =	0,7
CB1 =	0,011
m2 =	0,75
CB2 =	0,014
CB interpolado =	0,013

Cálculo de momentos negativos

$$M_A(-) = C_{A\ neg} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_B(-) = C_{B\ neg} \times \omega_u \times B^2$$

M A (-) =	1,38 Tm
M B (-) =	0,42 Tm

Momentos positivos por carga muerta

CA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ CA1 &= 0,033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,75 \\ CA2 &= 0,031 \end{aligned}$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,032$$

CB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ CB1 &= 0,006 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,75 \\ CB2 &= 0,007 \end{aligned}$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,007$$

Cálculo de momentos positivos por carga muerta

$$M_{A\ CM} = C_{A\ CM} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CM} = C_{B\ CM} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\ A\ (+)\ CM = 0,36\ Tm$$

$$M\ B\ (+)\ CM = 0,14\ Tm$$

Momentos positivos por carga viva

CA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ CA1 &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,75 \\ CA2 &= 0,046 \end{aligned}$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,047$$

CB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ CB1 &= 0,011 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,75 \\ CB2 &= 0,013 \end{aligned}$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,012$$

Cálculo de momentos positivos por carga viva

$$M_{A\ CV} = C_{A\ CV} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CV} = C_{B\ CV} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\ A\ (+)\ CV = 0,29\ Tm$$

$$M\ B\ (+)\ CV = 0,14\ Tm$$

Momentos positivos totales

$$\begin{aligned} M_A (+) &= 0,65 \text{ Tm} \\ M_B (+) &= 0,28 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Momentos negativos en bordes discontinuos

$$\begin{aligned} M_A (-) \text{ disc} &= M_A (+)/3 & 0,22 \text{ Tm} \\ M_B (-) \text{ disc} &= M_B (+)/3 & 0,09 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Cortes

WA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ WA1 &= 0,89 \\ m2 &= 0,75 \\ WA2 &= 0,86 \end{aligned}$$

$$WA \text{ interpolado} = 0,870$$

WB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ WB1 &= 0,11 \\ m2 &= 0,75 \\ WB2 &= 0,14 \end{aligned}$$

$$WB \text{ interpolado} = 0,130$$

Cálculo de cortes

Bordes externos

$$V_A = \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Bordes continuos

$$V_A = 1,15 \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = 1,15 \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Corte en bordes externos

$$\begin{aligned} V_A &= 1,73 \text{ T} \\ V_B &= 0,35 \text{ T} \end{aligned}$$

Cortes en bordes continuos

$$\begin{aligned} V_A \text{ cont} &= 1,98 \text{ T} \\ V_B \text{ cont} &= 0,40 \text{ T} \end{aligned}$$

Panel III

Cargas

Carga muerta (CM) =	0,485 T/m ²
Carga viva (CV) =	0,200 T/m ²

Cargas mayoradas

1,2 CM =	0,582 T/m ²
1,6 CV =	0,320 T/m ²
Total (Wu) =	0,902 T/m ²

Dimensiones del panel

Ancho (A) =	5,70
Largo (B) =	6,00
Relación m = A/B	0,950

Momentos negativos

CA

m1 =	0,9
CA1 =	0,06
m2 =	0,95
CA2 =	0,055
CA interpolado =	0,055

CB

m1 =	0,9
CB1 =	0,04
m2 =	0,95
CB2 =	0,045
CB interpolado =	0,045

Cálculo de momentos negativos

$$M_A(-) = C_{A\ neg} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_B(-) = C_{B\ neg} \times \omega_u \times B^2$$

M A (-) =	1,61 Tm
M B (-) =	1,46 Tm

Momentos positivos por carga muerta

CA

$$m1 = 0,9$$

$$CA1 = 0,033$$

$$m2 = 0,95$$

$$CA2 = 0,03$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,030$$

CB

$$m1 = 0,9$$

$$CB1 = 0,022$$

$$m2 = 0,95$$

$$CB2 = 0,024$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,024$$

Cálculo de momentos positivos por carga muerta

$$M_{A\ CM} = C_{A\ CM} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CM} = C_{B\ CM} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\ A\ (+)\ CM = 0,57\ Tm$$

$$M\ B\ (+)\ CM = 0,50\ Tm$$

Momentos positivos por carga viva

CA

$$m1 = 0,9$$

$$CA1 = 0,039$$

$$m2 = 0,95$$

$$CA2 = 0,035$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,035$$

CB

$$m1 = 0,9$$

$$CB1 = 0,026$$

$$m2 = 0,95$$

$$CB2 = 0,029$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,029$$

Cálculo de momentos positivos por carga viva

$$M_{A\ CV} = C_{A\ CV} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CV} = C_{B\ CV} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\ A\ (+)\ CV = 0,36\ Tm$$

$$M\ B\ (+)\ CV = 0,33\ Tm$$

Momentos positivos totales

$$\begin{aligned} M_A (+) &= 0,93 \text{ Tm} \\ M_B (+) &= 0,84 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Momentos negativos en bordes discontinuos

$$\begin{aligned} M_A (-) \text{ disc} &= M_A (+)/3 = 0,31 \text{ Tm} \\ M_B (-) \text{ disc} &= M_B (+)/3 = 0,28 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Cortes

WA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,9 \\ WA1 &= 0,6 \\ m2 &= 0,95 \\ WA2 &= 0,55 \\ WA \text{ interpolado} &= 0,550 \end{aligned}$$

WB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,9 \\ WB1 &= 0,4 \\ m2 &= 0,95 \\ WB2 &= 0,45 \\ WB \text{ interpolado} &= 0,450 \end{aligned}$$

Cálculo de cortes

Bordes externos

$$V_A = \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Bordes continuos

$$V_A = 1,15 \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = 1,15 \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Corte en bordes externos

$$\begin{aligned} V_A &= 1,41 \text{ T} \\ V_B &= 1,22 \text{ T} \end{aligned}$$

Cortes en bordes continuos

$$\begin{aligned} V_A \text{ cont} &= 1,63 \text{ T} \\ V_B \text{ cont} &= 1,40 \text{ T} \end{aligned}$$

Panel IV

Cargas

Carga muerta (CM) =	0,485 T/m ²
Carga viva (CV) =	0,200 T/m ²

Cargas mayoradas

1,2 CM =	0,582 T/m ²
1,6 CV =	0,320 T/m ²
Total (Wu) =	0,902 T/m ²

Dimensiones del panel

Ancho (A) =	4,70
Largo (B) =	6,00
Relación m = A/B	0,783

Momentos negativos

CA

m1 =	0,75
CA1 =	0,061
m2 =	0,8
CA2 =	0,055
CA interpolado =	0,057

CB

m1 =	0,75
CB1 =	0,036
m2 =	0,8
CB2 =	0,041
CB interpolado =	0,04

Cálculo de momentos negativos

$$M_A(-) = C_{A\ neg} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_B(-) = C_{B\ neg} \times \omega_u \times B^2$$

M A (-) =	1,14 Tm
M B (-) =	1,28 Tm

Momentos positivos por carga muerta

CA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,75 \\ CA1 &= 0,036 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,8 \\ CA2 &= 0,032 \end{aligned}$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,033$$

CB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,75 \\ CB1 &= 0,013 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,8 \\ CB2 &= 0,015 \end{aligned}$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,014$$

Cálculo de momentos positivos por carga muerta

$$M_{A\,CM} = C_{A\,CM} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\,CM} = C_{B\,CM} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\,A\,(+)\,CM = 0,43 \text{ Tm}$$

$$M\,B\,(+)\,CM = 0,30 \text{ Tm}$$

Momentos positivos por carga viva

CA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,75 \\ CA1 &= 0,049 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,8 \\ CA2 &= 0,044 \end{aligned}$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,046$$

CB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,75 \\ CB1 &= 0,016 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,8 \\ CB2 &= 0,019 \end{aligned}$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,018$$

Cálculo de momentos positivos por carga viva

$$M_{A\,CV} = C_{A\,CV} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\,CV} = C_{B\,CV} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\,A\,(+)\,CV = 0,32 \text{ Tm}$$

$$M\,B\,(+)\,CV = 0,21 \text{ Tm}$$

Momentos positivos totales

$$\begin{aligned} M_A (+) &= 0,75 \text{ Tm} \\ M_B (+) &= 0,51 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Momentos negativos en bordes discontinuos

$$\begin{aligned} M_A (-) \text{ disc} &= M_A (+)/3 = 0,25 \text{ Tm} \\ M_B (-) \text{ disc} &= M_B (+)/3 = 0,17 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Cortes

WA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,75 \\ WA1 &= 0,61 \\ m2 &= 0,8 \\ WA2 &= 0,55 \\ WA \text{ interpolado} &= 0,570 \end{aligned}$$

WB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,75 \\ WB1 &= 0,39 \\ m2 &= 0,8 \\ WB2 &= 0,45 \\ WB \text{ interpolado} &= 0,430 \end{aligned}$$

Cálculo de cortes

Bordes externos

$$V_A = \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Bordes continuos

$$V_A = 1,15 \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = 1,15 \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Corte en bordes externos

$$\begin{aligned} V_A &= 1,21 \text{ T} \\ V_B &= 1,16 \text{ T} \end{aligned}$$

Cortes en bordes continuos

$$\begin{aligned} V_A \text{ cont} &= 1,39 \text{ T} \\ V_B \text{ cont} &= 1,34 \text{ T} \end{aligned}$$

Panel V

Cargas

Carga muerta (CM) =	0,485 T/m ²
Carga viva (CV) =	0,200 T/m ²

Cargas mayoradas

1,2 CM =	0,582 T/m ²
1,6 CV =	0,320 T/m ²
Total (Wu) =	0,902 T/m ²

Dimensiones del panel

Ancho (A) =	4,40
Largo (B) =	6,00
Relación m = A/B	0,733

Momentos negativos

CA

m1 =	0,7
CA1 =	0,074
m2 =	0,75
CA2 =	0,069
CA interpolado =	0,071

CB

m1 =	0,7
CB1 =	0,017
m2 =	0,75
CB2 =	0,022
CB interpolado =	0,020

Cálculo de momentos negativos

$$M_A(-) = C_{A\ neg} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_B(-) = C_{B\ neg} \times \omega_u \times B^2$$

M A (-) =	1,23 Tm
M B (-) =	0,66 Tm

Momentos positivos por carga muerta

CA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ CA1 &= 0,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,75 \\ CA2 &= 0,028 \end{aligned}$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,029$$

CB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ CB1 &= 0,007 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,75 \\ CB2 &= 0,009 \end{aligned}$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,008$$

Cálculo de momentos positivos por carga muerta

$$M_{A\,CM} = C_{A\,CM} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\,CM} = C_{B\,CM} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\,A\,(+)\,CM = 0,32 \text{ Tm}$$

$$M\,B\,(+)\,CM = 0,17 \text{ Tm}$$

Momentos positivos por carga viva

CA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ CA1 &= 0,049 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,75 \\ CA2 &= 0,045 \end{aligned}$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,046$$

CB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ CB1 &= 0,012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m2 &= 0,75 \\ CB2 &= 0,014 \end{aligned}$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,013$$

Cálculo de momentos positivos por carga viva

$$M_{A\,CV} = C_{A\,CV} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\,CV} = C_{B\,CV} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\,A\,(+)\,CV = 0,29 \text{ Tm}$$

$$M\,B\,(+)\,CV = 0,15 \text{ Tm}$$

Momentos positivos totales

$$\begin{aligned} M A (+) &= 0,61 \text{ Tm} \\ M B (+) &= 0,33 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Momentos negativos en bordes discontinuos

$$\begin{aligned} M A (-) \text{ disc} &= M A (+)/3 & 0,20 \text{ Tm} \\ M B (-) \text{ disc} &= M B (+)/3 & 0,11 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Cortes

WA

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ WA1 &= 0,81 \\ m2 &= 0,75 \\ WA2 &= 0,76 \end{aligned}$$

$$WA \text{ interpolado} = 0,777$$

WB

$$\begin{aligned} m1 &= 0,7 \\ WB1 &= 0,19 \\ m2 &= 0,75 \\ WB2 &= 0,24 \end{aligned}$$

$$WB \text{ interpolado} = 0,223$$

Cálculo de cortes

Bordes externos

$$V_A = \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Bordes continuos

$$V_A = 1,15 \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = 1,15 \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Corte en bordes externos

$$\begin{aligned} V_A &= 1,54 \text{ T} \\ V_B &= 0,60 \text{ T} \end{aligned}$$

Cortes en bordes continuos

$$\begin{aligned} V_A \text{ cont} &= 1,77 \text{ T} \\ V_B \text{ cont} &= 0,69 \text{ T} \end{aligned}$$

Panel VI

Cargas

Carga muerta (CM) =	0,485 T/m ²
Carga viva (CV) =	0,200 T/m ²

Cargas mayoradas

1,2 CM =	0,582 T/m ²
1,6 CV =	0,320 T/m ²
Total (Wu) =	0,902 T/m ²

Dimensiones del panel

Ancho (A) =	5,70
Largo (B) =	6,00
Relación m = A/B	0,950

Momentos negativos

CA

m1 =	0,9
CA1 =	0,043
m2 =	0,95
CA2 =	0,038
CA interpolado =	0,038

CB

m1 =	0,9
CB1 =	0,052
m2 =	0,95
CB2 =	0,056
CB interpolado =	0,056

Cálculo de momentos negativos

$$M_A(-) = C_{A\ neg} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_B(-) = C_{B\ neg} \times \omega_u \times B^2$$

M A (-) =	1,11 Tm
M B (-) =	1,82 Tm

Momentos positivos por carga muerta

CA

$$m1 = 0,9$$

$$CA1 = 0,025$$

$$m2 = 0,95$$

$$CA2 = 0,022$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,022$$

CB

$$m1 = 0,9$$

$$CB1 = 0,019$$

$$m2 = 0,95$$

$$CB2 = 0,021$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,021$$

Cálculo de momentos positivos por carga muerta

$$M_{A\ CM} = C_{A\ CM} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CM} = C_{B\ CM} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\ A\ (+)\ CM = 0,42\ Tm$$

$$M\ B\ (+)\ CM = 0,44\ Tm$$

Momentos positivos por carga viva

CA

$$m1 = 0,9$$

$$CA1 = 0,035$$

$$m2 = 0,95$$

$$CA2 = 0,031$$

$$CA \text{ interpolado} = 0,031$$

CB

$$m1 = 0,9$$

$$CB1 = 0,024$$

$$m2 = 0,95$$

$$CB2 = 0,027$$

$$CB \text{ interpolado} = 0,027$$

Cálculo de momentos positivos por carga viva

$$M_{A\ CV} = C_{A\ CV} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CV} = C_{B\ CV} \times \omega_u \times B^2$$

$$M\ A\ (+)\ CV = 0,32\ Tm$$

$$M\ B\ (+)\ CV = 0,31\ Tm$$

Momentos positivos totales

M A (+) =	0,74 Tm
M B (+) =	0,75 Tm

Momentos negativos en bordes discontinuos

M A (-) disc = M A (+)/3	0,25 Tm
M B (-) disc = M B (+)/3	0,25 Tm

Cortes

WA

m1 =	0,9
WA1 =	0,43
m2 =	0,95
WA2 =	0,38
WA interpolado =	0,380

WB

m1 =	0,9
WB1 =	0,57
m2 =	0,95
WB2 =	0,62
WB interpolado =	0,620

Cálculo de cortes

Bordes externos

$$V_A = \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Bordes continuos

$$V_A = 1,15 \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = 1,15 \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Corte en bordes externos

VA =	0,98 T
VB =	1,68 T

Cortes en bordes continuos

VA cont =	1,12 T
VB cont =	1,93 T

Los paneles VII, VIII y IX son iguales a los paneles I, II, y III.

Losas de la planta de tratamiento

Esquema de cortes y momentos

<div>I</div> <div> <div>MB(-) 0,18</div> <div>VB 0,74</div> </div> <div> <div>MA(-) 0,29</div> <div>VA 1,54</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,87</div> <div>MB(+) 0,53</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,45</div> <div>VA 1,77</div> </div> <div> <div>MB(-) 0,89</div> <div>VB 0,85</div> </div>	<div>II</div> <div> <div>MB(-) 0,09</div> <div>VB 0,35</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,38</div> <div>VA 1,98</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,65</div> <div>MB(+) 0,28</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,38</div> <div>VA 1,98</div> </div> <div> <div>MB(-) 0,42</div> <div>VB 0,4</div> </div>	<div>III</div> <div> <div>MB(-) 0,28</div> <div>VB 1,22</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,61</div> <div>VA 1,63</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,93</div> <div>MB(+) 0,84</div> </div> <div> <div>MA(-) 0,31</div> <div>VA 1,41</div> </div> <div> <div>MB(-) 1,46</div> <div>VB 1,4</div> </div>
<div>IV</div> <div> <div>MB(-) 1,28</div> <div>VB 1,34</div> </div> <div> <div>MA(-) 0,25</div> <div>VA 1,21</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,75</div> <div>MB(+) 0,51</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,14</div> <div>VA 1,39</div> </div> <div> <div>MB(-) 1,28</div> <div>VB 1,34</div> </div>	<div>V</div> <div> <div>MB(-) 0,66</div> <div>VB 0,69</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,23</div> <div>VA 1,77</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,61</div> <div>MB(+) 0,33</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,23</div> <div>VA 1,77</div> </div> <div> <div>MB(-) 0,66</div> <div>VB 0,69</div> </div>	<div>VI</div> <div> <div>MB(-) 1,82</div> <div>VB 1,93</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,11</div> <div>VA 1,12</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,74</div> <div>MB(+) 0,75</div> </div> <div> <div>MA(-) 0,25</div> <div>VA 0,98</div> </div> <div> <div>MB(-) 1,82</div> <div>VB 1,93</div> </div>
<div>VII</div> <div> <div>MB(-) 0,89</div> <div>VB 0,85</div> </div> <div> <div>MA(-) 0,29</div> <div>VA 1,54</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,87</div> <div>MB(+) 0,53</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,45</div> <div>VA 1,77</div> </div> <div> <div>MB(-) 0,18</div> <div>VB 0,74</div> </div>	<div>VIII</div> <div> <div>MB(-) 0,42</div> <div>VB 0,4</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,38</div> <div>VA 1,98</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,65</div> <div>MB(+) 0,28</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,38</div> <div>VA 1,98</div> </div> <div> <div>MB(-) 0,09</div> <div>VB 0,35</div> </div>	<div>IX</div> <div> <div>MB(-) 1,46</div> <div>VB 1,4</div> </div> <div> <div>MA(-) 1,61</div> <div>VA 1,63</div> </div> <div> <div>MA(+) 0,93</div> <div>MB(+) 0,84</div> </div> <div> <div>MA(-) 0,31</div> <div>VA 1,41</div> </div> <div> <div>MB(-) 0,28</div> <div>VB 1,22</div> </div>

Momentos en Tm.

Cortes en T.

Losa de la planta de tratamiento

Redistribución de momentos

Paneles 1 y 4

MB (-) 1 = 0,89 Tm

MB (-) 4 = 1,28 Tm

Diferencia de momentos = 0,39 Tm

Rigidez = $3/L$

Longitud panel 1 = 6,25 m

Rigidez panel 1 = 0,48

Longitud panel 2 = 6,25 m

Rigidez panel 2 = 0,48

Momento redistribuido = 1,08 Tm

Paneles 2 y 5

MB (-) 2 = 0,42 Tm

MB (-) 5 = 0,66 Tm

Diferencia de momentos = 0,24 Tm

Rigidez = $3/L$

Longitud panel 1 = 6,25 m

Rigidez panel 1 = 0,48

Longitud panel 2 = 6,25 m

Rigidez panel 2 = 0,48

Momento redistribuido = 0,54 Tm

Losa de la planta de tratamiento

Esquema de cortes y momentos redistribuidos

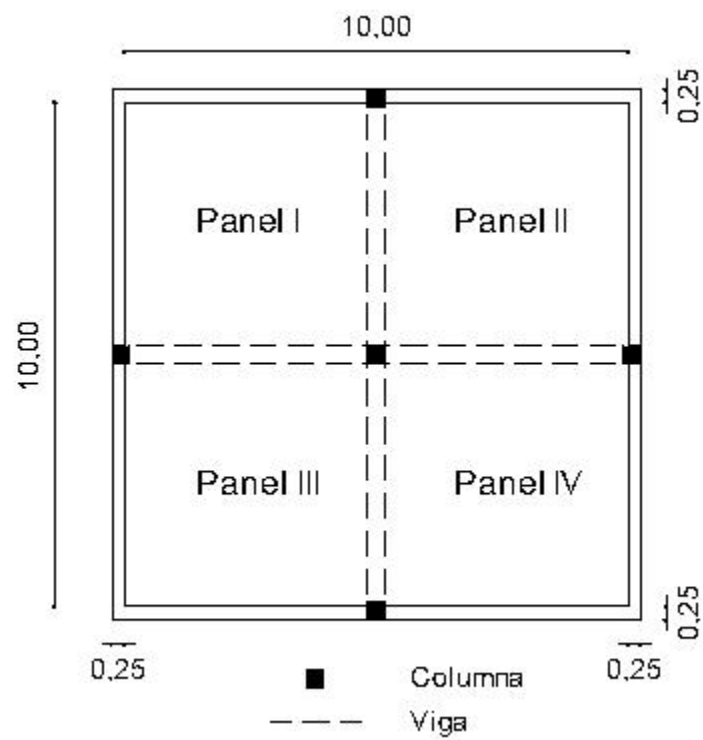
I	MB(-) 0,18 VB 0,74					II	MB(-) 0,09 VB 0,35					III	MB(-) 0,28 VB 1,22				
MA(-) VA	0,29 1,54	MA(+) MB(+)	0,87 0,53	MA(-) VA	1,45 1,77	MA(-) VA	1,38 1,98	MA(+) MB(+)	0,65 0,28	MA(-) VA	1,38 1,98	MA(-) VA	1,61 1,63	MA(+) MB(+)	0,93 0,84	MA(-) VA	0,31 1,41
MB(-) 1,08 VB 0,85					MB(-) 0,54 VB 0,4					MB(-) 1,46 VB 1,4							
IV	MB(-) 1,08 VB 1,34					V	MB(-) 0,54 VB 0,69					VI	MB(-) 1,82 VB 1,93				
MA(-) VA	0,25 1,21	MA(+) MB(+)	0,75 0,51	MA(-) VA	1,14 1,39	MA(-) VA	1,23 1,77	MA(+) MB(+)	0,61 0,33	MA(-) VA	1,23 1,77	MA(-) VA	1,11 1,12	MA(+) MB(+)	0,74 0,75	MA(-) VA	0,25 0,98
MB(-) 1,08 VB 1,34					MB(-) 0,54 VB 0,69					MB(-) 1,82 VB 1,93							
VII	MB(-) 1,08 VB 0,85					VIII	MB(-) 0,54 VB 0,4					IX	MB(-) 1,46 VB 1,4				
MA(-) VA	0,29 1,54	MA(+) MB(+)	0,87 0,53	MA(-) VA	1,45 1,77	MA(-) VA	1,38 1,98	MA(+) MB(+)	0,65 0,28	MA(-) VA	1,38 1,98	MA(-) VA	1,61 1,63	MA(+) MB(+)	0,93 0,84	MA(-) VA	0,31 1,41
MB(-) 0,18 VB 0,74					MB(-) 0,09 VB 0,35					MB(-) 0,28 VB 1,22							

Momentos en Tm.

Cortes en T.

6.6.2. MOMENTOS Y FUERZAS DE CORTE EN LA LOSA DEL TANQUE DE RESERVA

Notación de los paneles de losa del tanque de reserva



Esc. 1:150

Panel I

Cargas

Carga muerta (CM) =	0,410 T/m ²
Carga viva (CV) =	0,200 T/m ²

Cargas mayoradas

1,2 CM =	0,492 T/m ²
1,6 CV =	0,320 T/m ²
Total (ω_u) =	0,812 T/m ²

Dimensiones del panel

Ancho (A) =	4,83 m
Largo (B) =	4,83 m
Relación m = A/B	1,000

Momentos negativos

CA

m1 =	0,95
CA1 =	0,055
m2 =	1,00
CA2 =	0,05
CA interpolado =	0,050

CB

m1 =	0,95
CB1 =	0,045
m2 =	1,00
CB2 =	0,05
CB interpolado =	0,050

Cálculo de momentos negativos

$$M_A(-) = C_{A\ neg} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_B(-) = C_{B\ neg} \times \omega_u \times B^2$$

M A (-) =	0,94 Tm
M B (-) =	0,94 Tm

Momentos positivos por carga muerta

CA

m1 = 0,95
CA1 = 0,03

m2 = 1,00
CA2 = 0,027

CA interpolado = 0,027

CB

m1 = 0,95
CB1 = 0,024

m2 = 1,00
CB2 = 0,027

CB interpolado = 0,027

Cálculo de momentos positivos por carga muerta

$$M_{A\ CM} = C_{A\ CM} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CM} = C_{B\ CM} \times \omega_u \times B^2$$

M A (+) CM = 0,31 Tm

M B (+) CM = 0,31 Tm

Momentos positivos por carga viva

CA

m1 = 0,95
CA1 = 0,035

m2 = 1,00
CA2 = 0,032

CA interpolado = 0,032

CB

m1 = 0,95
CB1 = 0,029

m2 = 1,00
CB2 = 0,032

CB interpolado = 0,032

Cálculo de momentos positivos por carga viva

$$M_{A\ CV} = C_{A\ CV} \times \omega_u \times A^2$$

$$M_{B\ CV} = C_{B\ CV} \times \omega_u \times B^2$$

M A (+) CV = 0,24 Tm

M B (+) CV = 0,24 Tm

Momentos positivos totales

M A (+) =	0,55 Tm
M B (+) =	0,55 Tm

Momentos negativos en bordes discontinuos

M A (-) disc = M A (+)/3	0,18 Tm
M B (-) disc = M B (+)/3	0,18 Tm

Cortes

WA

m1 =	0,95
WA1 =	0,55
m2 =	1,00
WA2 =	0,5
WA interpolado =	0,500

WB

m1 =	0,95
WB1 =	0,45
m2 =	1,00
WB2 =	0,5
WB interpolado =	0,500

Cálculo de cortes

Bordes externos

$$V_A = \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Bordes continuos

$$V_A = 1,15 \frac{W_A \omega_u A}{2}$$

$$V_B = 1,15 \frac{W_B \omega_u B}{2}$$

Corte en bordes externos

VA =	0,98 T
VB =	0,98 T

Cortes en bordes continuos

VA cont =	1,13 T
VB cont =	1,13 T

Los paneles II, III y IV son iguales al panel I

Losa del tanque de reserva

Esquema de cortes y momentos

I		MB(-) 0,18		II		MB(-) 0,18	
		VB 0,98				VB 0,98	
MA(-) 0,18		MA(+) 0,55	MA(-) 0,94	MA(-) 0,94	MA(+) 0,55	MA(-) 0,18	
VA 0,98		MB(+) 0,55	VA 1,13	VA 1,13	MB(+) 0,55	VA 0,98	
		MB(-) 0,94				MB(-) 0,94	
		VB 1,13				VB 1,13	
III		MB(-) 0,94		IV		MB(-) 0,94	
		VB 1,13				VB 1,13	
MA(-) 0,18		MA(+) 0,55	MA(-) 0,94	MA(-) 0,94	MA(+) 0,55	MA(-) 0,18	
VA 0,98		MB(+) 0,55	VA 1,13	VA 1,13	MB(+) 0,55	VA 0,98	
		MB(-) 0,18				MB(-) 0,18	
		VB 0,98				VB 0,98	

Momentos en Tm.

Cortes en T.

6.6.3. DISEÑO A FLEXIÓN DE LA LOSA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

$$A_{s \text{ req}} = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M u}{\phi b d^2 f'_c} \right)} \right)$$

$$A_{s \text{ mín}} = \frac{14}{f_y} b d$$

Parámetros

Hormigón (f'c) = 210 kg/cm²

Acero (fy) = 4200 kg/cm²

Dimensiones

b = 20 cm Corresponde al ancho de dos nervios

d = 22 cm Altura efectiva

Momentos actuantes

	M	Mu (Tm')	As req. (cm ²)	As mín. (cm ²)	# var	φ (mm)	As pr. (cm ²)
Panel I	MA(-)	0,29	0,35	1,47	2	10	1,57
	MA(-)	1,45	1,84	1,47	2	12	2,26
	MB(-)	0,18	0,21	1,47	2	10	1,57
	MB(-)	1,08	1,35	1,47	2	10	1,57
	MA(+)	0,87	1,08	1,47	2	10	1,57
	MB(+)	0,53	0,65	1,47	2	10	1,57
Panel II	MA(-)	1,38	1,74	1,47	2	12	2,26
	MB(-)	0,09	0,11	1,47	2	10	1,57
	MB(-)	0,54	0,66	1,47	2	10	1,57
	MA(+)	0,65	0,80	1,47	2	10	1,57
	MB(+)	0,28	0,34	1,47	2	10	1,57

	M	Mu (Tm')	As req. (cm ²)	As mín. (cm ²)	# var	φ (mm)	As pr. (cm ²)
Panel III	MA(-)	1,61	2,06	1,47	2	12	2,26
	MA(-)	0,31	0,38	1,47	2	10	1,57
	MB(-)	0,28	0,34	1,47	2	10	1,57
	MB(-)	1,46	1,85	1,47	2	12	2,26
	MA(+)	0,93	1,16	1,47	2	10	1,57
	MB(+)	0,84	1,04	1,47	2	10	1,57
Panel IV	MA(-)	0,25	0,30	1,47	2	10	1,57
	MA(-)	1,14	1,42	1,47	2	10	1,57
	MB(-)	1,08	1,35	1,47	2	10	1,57
	MA(+)	0,75	0,93	1,47	2	10	1,57
	MB(+)	0,51	0,62	1,47	2	10	1,57
Panel V	MA(-)	1,23	1,55	1,47	2	12	2,26
	MB(-)	0,54	0,66	1,47	2	10	1,57
	MA(+)	0,61	0,75	1,47	2	10	1,57
	MB(+)	0,33	0,40	1,47	2	10	1,57
Panel VI	MA(-)	1,11	1,39	1,47	2	10	1,57
	MA(-)	0,25	0,30	1,47	2	10	1,57
	MB(-)	1,82	2,34	1,47	2	14	3,08
	MA(+)	0,74	0,91	1,47	2	10	1,57
	MB(+)	0,75	0,93	1,47	2	10	1,57

Tabla 6.6.3.1. Diseño a flexión de la losa de la planta de tratamiento

Los paneles VII, VIII y IX son iguales a los paneles I, II y III.

Revisión de corte

$$\phi Vc = 0,75 \times 1,10 \times 0,53 \times \sqrt{f'c} \times b_w d$$

Parámetros

Hormigón (f'c) = 210 kg/cm²

Acero (fy) = 4200 kg/cm²

Dimensiones

b_w = 20 cm

d = 22 cm

$$\phi V_c = 2,79 \text{ T}$$

El corte resistente es mayor que todos los cortes últimos obtenidos.

Acero de temperatura

$$A_{s \text{ temp}} = 0,0020 b h$$

Parámetros

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$h = 5 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ temp.}} = 1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Malla electrosoldada $\phi 4$ mm cada 10 cm

Longitud de desarrollo

$$l_{dh} = 0,075 \frac{d_b f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

Parámetros

$$d_b = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Acero (} f_y \text{)} = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Hormigón (} f'_c \text{)} = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$l_{dh} = 21,74 \text{ cm}$$

Se utilizarán ganchos de 23 cm de largo.

6.6.4. DISEÑO A FLEXIÓN DE LA LOSA DEL TANQUE DE RESERVA

Fórmulas de cálculo

$$A_s = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M_u}{\phi b d^2 f'_c} \right)} \right)$$

$$A_s \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

Parámetros

Hormigón (f'_c) = 210 kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 kg/cm²

Dimensiones

b = 20 cm Corresponde al ancho de dos nervios

d = 17 cm Altura efectiva

Momentos actuantes

	M	Mu (Tm')	As req. (cm ²)	As mín. (cm ²)	# var	φ (mm)	As pr. (cm ²)
Panel I	MA(-)	0,94	1,56	1,13	2	10	1,57
	MA(-)	0,18	0,29	1,13	2	10	1,57
	MB(-)	0,94	1,56	1,13	2	10	1,57
	MB(-)	0,18	0,29	1,13	2	10	1,57
	MA(+)	0,55	0,88	1,13	2	10	1,57
	MB(+)	0,55	0,88	1,13	2	10	1,57

Tabla 6.6.4.1. Diseño a flexión de la losa del tanque de reserva

Los paneles II, III y IV son iguales al panel I.

Revisión de corte

$$\phi V_c = 0,75 \times 1,10 \times 0,53 \times \sqrt{f'_c} \times b_w d$$

Parámetros

$$\text{Hormigón (f'c)} = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Acero (fy)} = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Dimensiones

$$b_w = 20 \text{ cm}$$

$$d = 17 \text{ cm}$$

$$\phi V_c = 2,15 \text{ T}$$

El corte resistente es mayor que todos los cortes últimos obtenidos.

Acero de temperatura

$$A_{s \text{ temp}} = 0,0020 b h$$

Parámetros

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$h = 5 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ temp.}} = 1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Malla electrosoldada $\phi 4$ mm cada 10 cm

Longitud de desarrollo

$$l_{dh} = 0,075 \frac{d_b f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

Parámetros

$$d_b = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Acero (fy)} = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Hormigón (f'c)} = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$l_{dh} = 21,74 \text{ cm}$$

Se utilizarán ganchos de 23 cm de largo.

6.7. DISEÑO DE VIGAS

6.7.1. PREDISEÑO DE VIGAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Prediseño viga eje B

Cargas

$$\text{Carga muerta (CM)} = 0,485 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Carga viva (CV)} = 0,200 \text{ T/m}^2$$

Cargas mayoradas

$$1,2 \text{ CM} = 0,582 \text{ T/m}^2$$

$$1,6 \text{ CV} = 0,320 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Carga mayorada} = 0,902 \text{ T/m}^2$$

Cargas equivalentes de las áreas cooperantes

$$q = \frac{wb}{6} \left(3 - \left(\frac{b}{l} \right)^2 \right)$$

Panel 1

$$\text{Largo del panel (l)} = 6,25 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del panel (b)} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Carga (q)} = 1,773 \text{ T/m}$$

Panel 2

$$\text{Largo del panel (l)} = 6,25 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del panel (b)} = 4,75 \text{ m}$$

$$\text{Carga (q)} = 1,729 \text{ T/m}$$

Peso propio de la viga

$$\text{Ancho} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Largo} = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Peso propio} = 0,360 \text{ T/m}$$

Total

Carga total (q) = 3,863 T/m

Cálculo de momentos

Eje	Longitud (m)	Coefficiente	Mu (Tm')
1		16	9,43
	6,25	14	10,78
2		10	15,09
	6,25	16	9,43
3		10	15,09
	6,25	14	10,78
4		16	9,43

Mu máx	15,09
---------------	-------

Tabla 6.7.1.1. Momentos de diseño Viga Eje B**Parámetros de prediseño**

$$\rho_b = 0,85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6120}{6120 + f_y}$$

$$\rho = 0,5\rho_b$$

$$Ru = \rho f_y \left(1 - \frac{\rho f_y}{1,7 f'_c} \right)$$

Parámetros

Hormigón (f_c) = 210 kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 kg/cm²

β₁ = 0,85

Cuantía balanceada (ρ_b) = 0,0214

Fracción de cuantía = 0,5

Cuantía escogida (ρ) = 0,0107

Ru = 39,32 kg/cm²

Prediseño

$$Mu = \varphi R_u b d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\varphi R_u b}}$$

Ancho (b) 35,00 cm

Altura efectiva (d) 34,90 cm

Alto escogido (h) 50,00 cm

Prediseño viga eje C

Cargas

Carga muerta (CM) = 0,485 T/m²

Carga viva (CV) = 0,200 T/m²

Cargas mayoradas

1,2 CM = 0,582 T/m²

1,6 CV = 0,320 T/m²

Carga mayorada = 0,902 T/m²

Cargas equivalentes de las áreas cooperantes

$$q = \frac{wb}{6} \left(3 - \left(\frac{b}{l} \right)^2 \right)$$

Panel 2

Largo del panel (l) = 6,25 m

Ancho del panel (b) = 4,75 m

Carga (q) = 1,729 Tm

Panel 3

Largo del panel (l) = 6,25 m

Ancho del panel (b) = 6 m

Carga (q) = 1,874 Tm

Peso propio de la viga

Ancho = 30 cm

Largo = 50 cm

Peso propio = 0,36 T/m

Total

Carga total (q) = 3,964 T/m

Cálculo de momentos

Eje	Longitud (m)	Coefficiente	Mu (Tm')
1		16	9,68
	6,25	14	11,06
2		10	15,48
	6,25	16	9,68
3		10	15,48
	6,25	14	11,06
4		16	9,68

Mu máx	15,48
---------------	-------

Tabla 6.7.1.2. Momentos de diseño Viga Eje C

Parámetros de prediseño

$$\rho_b = 0,85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6120}{6120 + f_y}$$

$$\rho = 0,5\rho_b$$

$$Ru = \rho f_y \left(1 - \frac{\rho f_y}{1,7 f'_c} \right)$$

Parámetros

Hormigón (f_c) = 210 kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 kg/cm²

β₁ = 0,85

Cuantía balanceada (ρ_b) = 0,0214

Fracción de cuantía = 0,5

Cuantía escogida (ρ) = 0,0107

Ru = 39,32 kg/cm²

Prediseño

$$Mu = \varphi R_u b d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\varphi R_u b}}$$

Ancho (b) = 35,00 cm

Altura efectiva (d) = 35,36 cm

Alto escogido (h) = 50,00 cm

6.7.2. PREDISEÑO DE VIGAS DEL TANQUE DE RESERVA

Prediseño viga eje B

Cargas

Carga muerta (CM) = 0,410 T/m²

Carga viva (CV) = 0,200 T/m²

Cargas mayoradas

1,2 CM = 0,492 T/m²

1,6 CV = 0,320 T/m²

Carga mayorada = 0,812 T/m²

Cargas equivalentes de las áreas cooperantes

$$q = \frac{wb}{3}$$

Panel 1

Largo del panel (l) = 4,83 m

Ancho del panel (b) = 4,83 m

Carga (q) = 1,305 T/m

Panel 2

Largo del panel (l) = 4,83 m

Ancho del panel (b) = 4,83 m

Carga (q) = 1,305 T/m

Peso propio de la viga

Ancho = 35 cm

Largo = 50 cm

Peso propio = 0,420 T/m

Total

Carga total (q) = 3,030 T/m

Cálculo de momentos

Eje	Longitud (m)	Coeficiente	Mu (Tm)
A		16	4,42
	4,83	14	5,05
B		10	7,07
	4,83	14	5,05
C		16	4,42

Mu máx	7,07
---------------	------

Tabla 6.7.2.1. Momentos de diseño Viga Eje B**Parámetros de prediseño**

$$\rho_b = 0,85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6120}{6120 + f_y}$$

$$\rho = 0,5\rho_b$$

$$Ru = \rho f_y \left(1 - \frac{\rho f_y}{1,7 f'_c} \right)$$

Parámetros

Hormigón (f_c) = 210 kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 kg/cm²

β₁ = 0,85

Cuantía balanceada (ρ_b) = 0,0214

Fracción de cuantía = 0,5

Cuantía escogida (ρ) = 0,0107

Ru = 39,32 kg/cm²

Prediseño

$$Mu = \varphi R_u b d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\varphi R_u b}}$$

Ancho (b) 35,00 cm

Altura efectiva (d) 23,89 cm

Alto escogido (h) 50,00 cm

La viga del eje 2 tiene el mismo prediseño que la viga del eje B.

6.7.3. DISEÑO A FLEXIÓN Y CORTE DE LAS VIGAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Se hizo un modelo estructural de la planta de tratamiento en el programa ETABS 9.7 considerando las dimensiones y las cargas establecidas para determinar los momentos actuantes.

Diseño de la viga del eje B

Momentos obtenidos a partir de la combinación

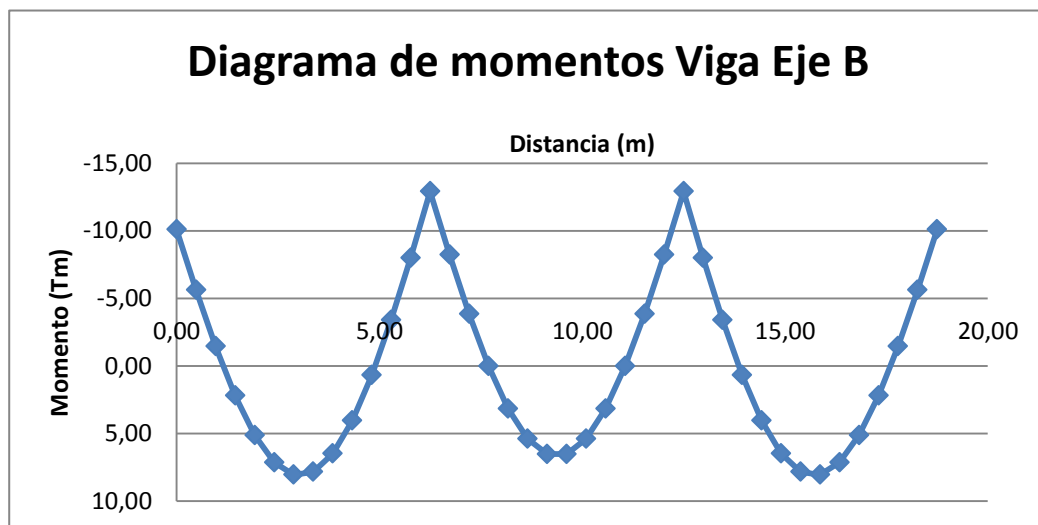
$$U = 1.2 \text{ CM} + 1.6 \text{ CV}$$

Distancia (m)	Momento (Tm)
0,00	-10,10
0,48	-5,62
0,96	-1,45
1,44	2,19
1,92	5,12
2,40	7,13
2,89	8,04
3,37	7,83
3,85	6,48
4,33	4,04
4,81	0,68
5,29	-3,39
5,77	-7,99
6,25	-12,92
6,73	-8,22
7,21	-3,84
7,69	0,02
8,17	3,16
8,65	5,39
9,14	6,52
9,62	6,52
10,10	5,39
10,58	3,16
11,06	0,02
11,54	-3,84

Distancia (m)	Momento (Tm)
12,02	-8,22
12,50	-12,92
12,98	-7,99
13,46	-3,39
13,94	0,68
14,42	4,04
14,90	6,48
15,39	7,83
15,87	8,04
16,35	7,13
16,83	5,12
17,31	2,19
17,79	-1,45
18,27	-5,62
18,75	-10,10

Tabla 6.7.3.1. Momentos Viga Eje B

Diagrama de momentos de la viga del eje B



Diseño a flexión

Dimensiones de la viga

Ancho (b) = 35 cm
Alto (h) = 50 cm
Recubrimiento = 6 cm
44 cm

Profundidad (d) =

Parámetros

Hormigón (f'c) = 210 kg/cm²

Acero (fy) = 4200 kg/cm²

Fórmulas de cálculo

$$A_s = 0,85 \frac{f'c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M u}{\phi b d^2 f'c} \right)} \right) \quad A_s \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$l_d = \frac{db f_y \psi_t}{4,42 \sqrt{f'c}} \quad l_{dh} = \frac{0,075 db f_y}{\sqrt{f'c}}$$

Apoyo 1

Momento negativo = 10,10 Tm

As requerido sup. = 6,40 cm²

As mín = 5,13 cm²

4/3 del As requerido = 8,54 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
3	18	7,63
Total		7,63

As inf. (0,5 As sup.) = 3,20 cm²

As mín = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
Total		5,65

Mitad del vano 1

Momento positivo =	8,04 Tm
As requerido inf. =	5,05 cm ²
As min =	5,13 cm ²
4/3 del requerido =	6,73 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
Total		5,65

As sup (0,25 As máx) =	2,08 cm ²
As min =	5,13 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
3	18	7,63
Total		7,63

Apoyo 2

Momento negativo =	12,92 Tm
As requerido sup. =	8,32 cm ²
As min =	5,13 cm ²
4/3 del requerido =	11,09 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
3	18	7,63
2	12	2,26
Total		9,90

As inf. (0,5 As sup.) =	4,16 cm ²
As min =	5,13 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
Total		5,65

Mitad del vano 2

Momento positivo =	6,52 Tm
As requerido inf. =	4,06 cm ²
As min =	5,13 cm ²
4/3 del requerido =	5,41 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
Total		5,65

As sup (0,25 As máx) =	2,08 cm ²
As min =	5,13 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
3	18	7,63
Total		7,63

Espaciamiento de estribos

En 2h

2h	100 cm
d/4	11,00 cm
6 db de menor diámetro	7,20 cm
15 cm	15,00 cm

El menor espaciamento =	7,20 cm
-------------------------	---------

Se escoge	7 cm
-----------	------

Resto de la viga

d/2	22 cm
Se escoge	20 cm

Estribos de confinamiento

d/4	11,00 cm
10 cm	10 cm
El menor	10 cm

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (db) =	1,8 cm
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Longitud de desarrollo (ld) =	118,029 cm

Longitud de desarrollo del gancho

Diámetro de la varilla (db) =	1,8 cm
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Longitud de desarrollo (ldh) =	39,13 cm

Diseño de la viga del eje C

Momentos obtenidos a partir de la combinación

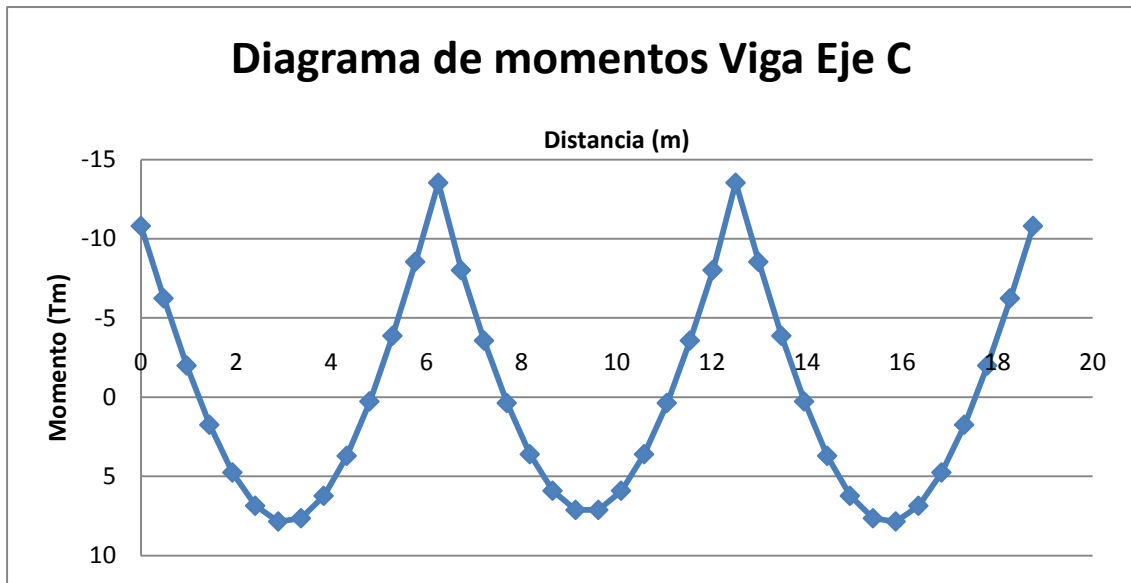
$$U = 1.2 \text{ CM} + 1.6 \text{ CV}$$

Distancia (m)	Momento (Tm)
0	-10,796
0,481	-6,229
0,962	-1,98
1,442	1,753
1,923	4,766
2,404	6,862
2,885	7,857
3,365	7,647
3,846	6,231
4,327	3,716
4,808	0,282
5,288	-3,871
5,769	-8,541
6,25	-13,528
6,731	-8,017
7,212	-3,557
7,692	0,385
8,173	3,609
8,654	5,914
9,135	7,12
9,615	7,12
10,096	5,914
10,577	3,609
11,058	0,385
11,538	-3,557
12,019	-8,017
12,5	-13,528
12,981	-8,541
13,462	-3,871
13,942	0,282
14,423	3,716
14,904	6,231
15,385	7,647
15,865	7,857
16,346	6,862

Distancia (m)	Momento (Tm)
16,827	4,766
17,308	1,753
17,788	-1,98
18,269	-6,229
18,75	-10,796

Tabla 6.7.3.2 Momentos Viga Eje C

Diagrama de momentos de la viga del eje C



Diseño a flexión

Dimensiones de la viga

Ancho (b) = 35 cm

Alto (h) = 50 cm

Recubrimiento = 6 cm

Profundidad (d) = 44 cm

Parámetros

Hormigón (f_c) = 210 kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 kg/cm²

Fórmulas de cálculo

$$A_s = 0,85 \frac{f'c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M_u}{\phi b d^2 f'c} \right)} \right) \quad A_s \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$l_d = \frac{d b f_y \psi_t}{4,42 \sqrt{f'c}} \quad l_{dh} = \frac{0,075 d b f_y}{\sqrt{f'c}}$$

Apoyo 1

Momento negativo =	10,80 Tm
As requerido sup. =	6,87 cm ²
As mín =	5,13 cm ²
4/3 del As requerido =	9,16 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
3	18	7,63
Total		7,63

As inf. (0,5 As sup.) =	3,44 cm ²
As mín =	5,13 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
Total		5,65

Mitad del vano 1

Momento positivo =	7,86 Tm
As requerido inf. =	4,92 cm ²
As mín =	5,13 cm ²
4/3 del requerido =	6,56 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
Total		5,65

As sup (0,25 As máx) = 2,19 cm²
 As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
3	18	7,63
Total		7,63

Apoyo 2

Momento negativo = 13,53 Tm
 As requerido sup. = 8,74 cm²
 As min = 5,13 cm²
 4/3 del requerido = 11,66 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
3	18	7,63
2	12	2,26
Total		9,90

As inf. (0,5 As sup.) = 4,37 cm²
 As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
Total		5,65

Mitad del vano 2

Momento positivo = 7,12 Tm
 As requerido inf. = 4,44 cm²
 As min = 5,13 cm²
 4/3 del requerido = 5,93 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
Total		5,65

As sup (0,25 As máx) = 2,19 cm²
 As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
3	18	7,63
	Total	7,63

Espaciamiento de estribos

En 2h

2h 100 cm

d/4 11,00 cm

6 db de menor diámetro 7,20 cm

15 cm 15,00 cm

El menor espaciamento = 7,20 cm

Se escoge 7 cm

Resto de la viga

d/2 22 cm

Se escoge 20 cm

Estribos de confinamiento

d/4 11 cm

10 cm 10 cm

El menor 10 cm

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (db) =	1,8 cm
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Longitud de desarrollo (ld) =	118,029 cm

Longitud de desarrollo del gancho

Diámetro de la varilla (db) =	1,8 cm
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Longitud de desarrollo (ld) =	39,13 cm

6.7.4. DISEÑO A FLEXIÓN Y CORTE DE LAS VIGAS DEL TANQUE DE RESERVA

Se hizo un modelo estructural del tanque de reserva en el programa ETABS 9.7 considerando las dimensiones y las cargas establecidas para determinar los momentos actuantes.

Diseño de la viga del eje B

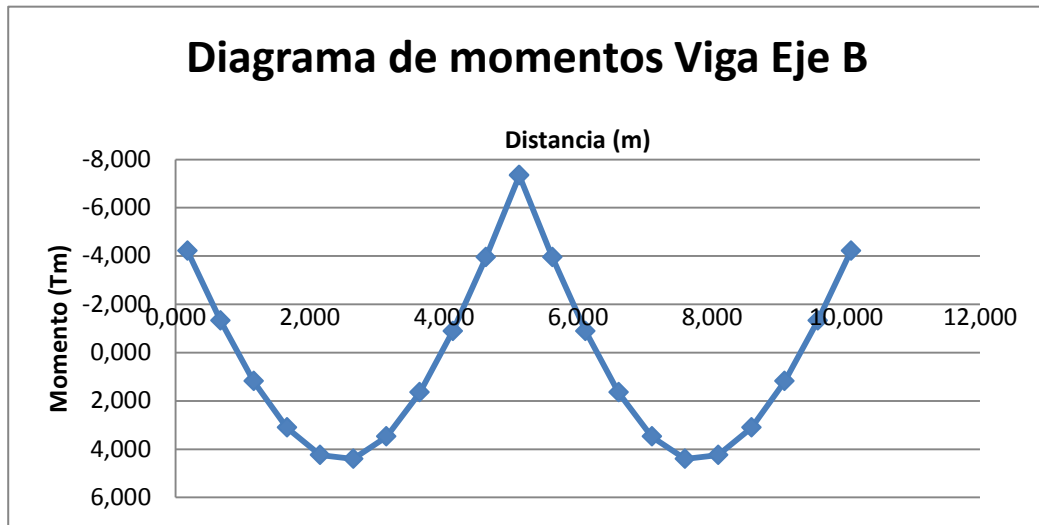
Momentos obtenidos a partir de la combinación

$$U = 1.2 \text{ CM} + 1.6 \text{ CV}$$

Distancia (m)	Momento (Tm)
0,175	-4,212
0,670	-1,314
1,165	1,194
1,660	3,115
2,155	4,250
2,650	4,405
3,145	3,487
3,640	1,658
4,135	-0,887
4,630	-3,949
5,125	-7,332
5,125	-7,332
5,620	-3,949
6,115	-0,887
6,610	1,658
7,105	3,487
7,600	4,405
8,095	4,250
8,590	3,115
9,085	1,194
9,580	-1,314
10,075	-4,212

Tabla 6.7.4.1. Momentos Viga Eje B

Diagrama de momentos de la viga del eje B



Diseño a flexión

Dimensiones de la viga

Ancho (b) =	35 cm
Alto (h) =	50 cm
Recubrimiento =	6 cm
Profundidad (d) =	44 cm

Parámetros

Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²

Fórmulas de cálculo

$$A_s = 0,85 \frac{f'c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M u}{\phi b d^2 f'c} \right)} \right) \quad A_s \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$l_d = \frac{d b f_y \psi_t}{4,42 \sqrt{f'c}} \quad l_{dh} = \frac{0,075 d b f_y}{\sqrt{f'c}}$$

Apoyo 1

Momento negativo = 4,21 Tm
As requerido sup. = 2,59 cm²
As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
4	14	6,16
Total		6,16

As inf. (0,5 As sup.) = 1,30 cm²
As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
4	14	6,16
Total		6,16

Mitad del vano 1

Momento positivo = 4,41 Tm
As requerido inf. = 2,71 cm²
As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
4	14	6,16
Total		6,16

As sup (0,25 As máx) = 1,15 cm²
As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
4	14	6,16
Total		6,16

Apoyo 2

Momento negativo = 7,33 Tm

As requerido sup. = 4,58 cm²

As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
4	14	6,16
	Total	6,16

As inf. (0,5 As sup.) = 2,29 cm²

As min = 5,13 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
4	14	6,16
	Total	6,16

Espaciamiento de estribos

En 2h

2h = 100 cm

d/4 = 11,00 cm

6 db de menor diámetro = 8,40 cm

15 cm = 15,00 cm

El menor espaciamento 8,40 cm

Se escoge 8 cm

Resto de la viga

d/2 = 22 cm

Se escoge 20 cm

Estribos de confinamiento

d/4 = 11,00 cm

10 cm = 10 cm

El menor 10 cm

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (d_b) = 1,4 cm
Acero (f_y) = 4200 kg/cm²
Hormigón (f'_c) = 210 kg/cm²

Longitud de desarrollo (l_d) = 91,801 cm

Si es varilla superior

Longitud de desarrollo (l_d) = 119,341 cm

Longitud de desarrollo del gancho

Diámetro de la varilla (d_b) = 1,4 cm
Acero (f_y) = 4200 kg/cm²
Hormigón (f'_c) = 210 kg/cm²

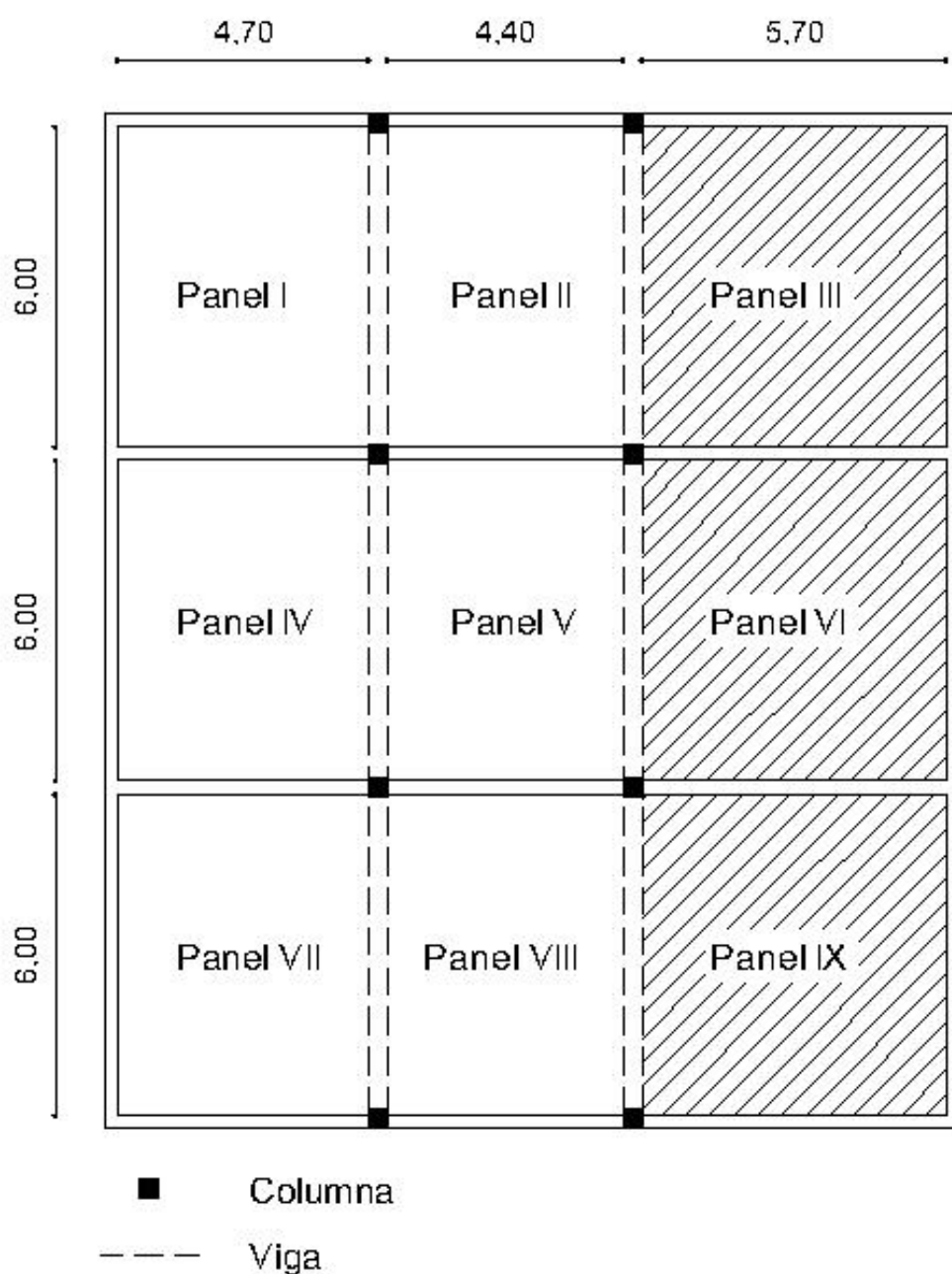
Longitud de desarrollo (l_{dh}) = 30,43 cm

El diseño de la viga del eje 2 es igual al diseño de la viga del eje B.

6.8. DISEÑO DE LA LOSA INFERIOR

Para el diseño de la losa inferior se considerará una banda de diseño, tanto en sentido longitudinal como transversal, donde se presente la mayor carga por unidad de longitud debido a las cargas de las áreas cooperantes de los paneles de losa así como del peso de los muros de división.

6.8.1. DISEÑO DEL REFUERZO LONGITUDINAL DE LA LOSA INFERIOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



Esc. 1:150

Para realizar el diseño longitudinal de la losa inferior de la planta de tratamiento se va a considerar una banda de diseño localizada a lo largo de los paneles III, VI y IX debido a que estos paneles de losa transmiten la mayor carga por unidad de longitud de sus áreas cooperantes a lo largo de los muros correspondientes.

Cargas presentes

Cargas

Carga muerta (CM) =	0,485 T/m ²
Carga viva (CV) =	0,200 T/m ²

Cargas mayoradas

1,2 CM =	0,582 T/m ²
1,6 CV =	0,320 T/m ²
Carga mayorada (w) =	0,902 T/m ²

Cargas por unidad de longitud transmitidas por los muros

$$q = \frac{wb}{3}$$

Paneles III y IX

Largo del panel (l) =	6,25 m
Ancho del panel (b) =	6 m
Carga mayorada (q) =	1,804 T/m

Peso propio del muro

Ancho =	0,25 m
Alto =	3,1 m
Carga =	1,860 T/m
Carga mayorada (q) =	2,232 T/m

Carga transmitida por los muros de los extremos

Carga total (q) = 4,036 T/m

Carga transmitida por los muros intermedios

Carga total (q) = 5,839 T/m

Reacción última

Cargas

Muro	Tipo	Carga (T)
1	Extremo	4,036
2	Intermedio	5,839
3	Intermedio	5,839
4	Extremo	4,036
Total		19,749

Tabla 6.8.1.1. Determinación de reacción última

Longitud

Ancho de análisis = 1 m

Longitud = 18,75 m

Área = 18,75 m²

Reacción última

Reacción última = 1,053 T/m²

Debido a que esta reacción fue calculada en función de un ancho unitario, también corresponde a una carga por unidad de longitud.

Cortes y Momentos

Abscisa (m)	Corte (T)	Comentario	Momento (Tm)	Comentario
0,000	0,000		0	
0,000	2,918	V máx	1,659	M mín
0,481	2,412		0,378	
0,962	1,906		-0,660	
1,442	1,400		-1,455	
1,923	0,893		-2,006	
2,404	0,387		-2,314	
2,885	-0,119		-2,378	M máx
3,365	-0,625		-2,199	
3,846	-1,132		-1,777	
4,327	-1,638		-1,111	
4,808	-2,144		-0,202	
5,288	-2,650		0,950	
5,769	-3,157		2,346	
6,250	-3,663	V mín	3,986	M mín
6,250	3,291	V máx	3,637	
6,731	2,784		2,176	
7,212	2,278		0,959	
7,692	1,772		-0,014	
8,173	1,266		-0,744	
8,654	0,759		-1,231	
9,135	0,253		-1,474	
9,615	-0,253		-1,474	M máx
10,096	-0,759		-1,231	
10,577	-1,266		-0,744	
11,058	-1,772		-0,014	
11,538	-2,278		0,959	
12,019	-2,784		2,176	
12,500	-3,291	V mín	3,637	
12,500	3,663	V máx	3,986	M mín
12,981	3,157		2,346	
13,462	2,650		0,950	
13,942	2,144		-0,202	
14,423	1,638		-1,111	
14,904	1,132		-1,777	
15,385	0,625		-2,199	
15,865	0,119		-2,378	M máx
16,346	-0,387		-2,314	

Abscisa (m)	Corte (T)	Comentario	Momento (Tm)	Comentario
16,827	-0,893		-2,006	
17,308	-1,400		-1,455	
17,788	-1,906		-0,660	
18,269	-2,412		0,378	
18,750	-2,918	V mín	1,659	M mín
18,750	0,000		0,000	

Tabla 6.8.1.2. Cortes y momentos

Diagrama de Corte

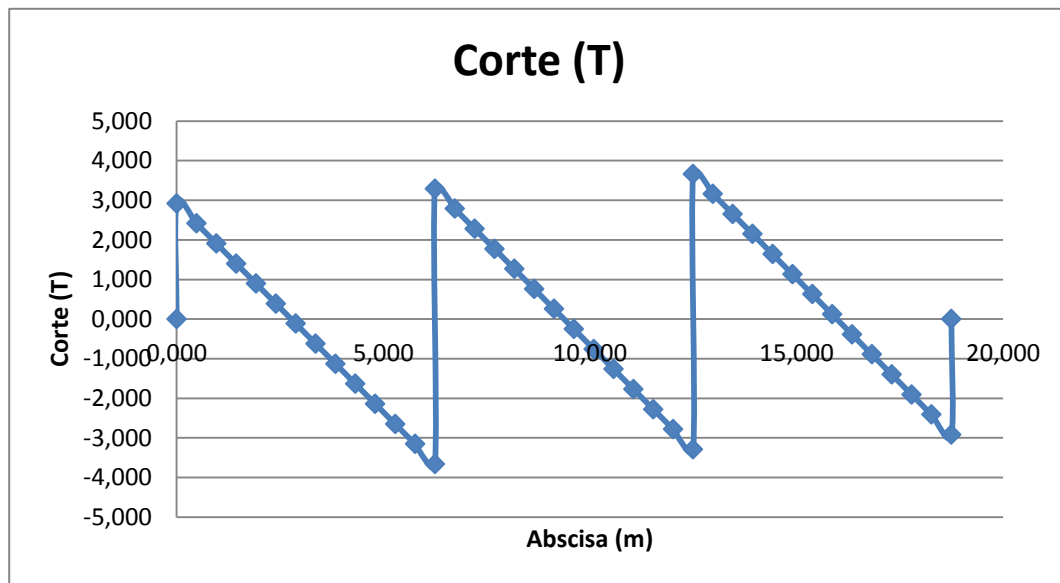
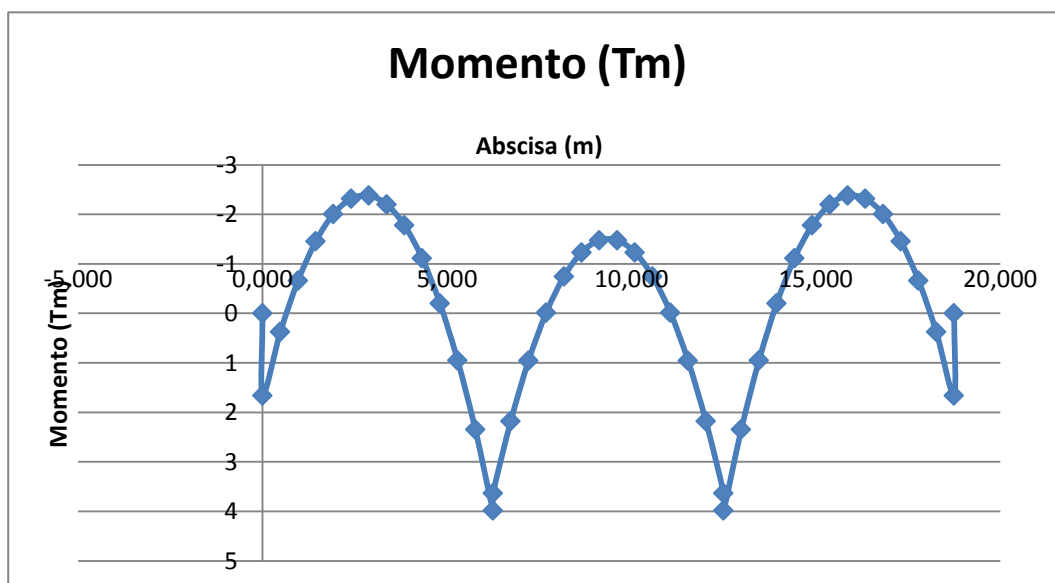


Diagrama de Momento



Determinación del espesor de la losa inferior

$$\phi V_c = 0,75 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_u < \phi V_c$$

Ancho (b) =	1 m
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Corte crítico (Vu) =	3,663 T
Espesor de la base =	0,06 m

Se escoge un espesor de 30 cm ya que se requiere espacio para el refuerzo de flexión.

Diseño a flexión

Dimensiones de la banda de análisis

Ancho (b) =	100 cm
Alto (h) =	30 cm
Recubrimiento =	10 cm
Profundidad (d) =	20 cm

Parámetros

Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²

Fórmulas de cálculo

$$A_s = 0,85 \frac{f'c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M_u}{\phi b d^2 f'c} \right)} \right) \quad A_s \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$l_d = \frac{d b f_y \psi_t}{4,42 \sqrt{f'c}} \quad l_{dh} = \frac{0,075 d b f_y}{\sqrt{f'c}}$$

Momento máximo

Momento = 3,99 Tm

As requerido sup. = 5,46 cm²

As min = 6,67 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	14	7,70
	Total	7,70

Longitud de desarrollo lineal

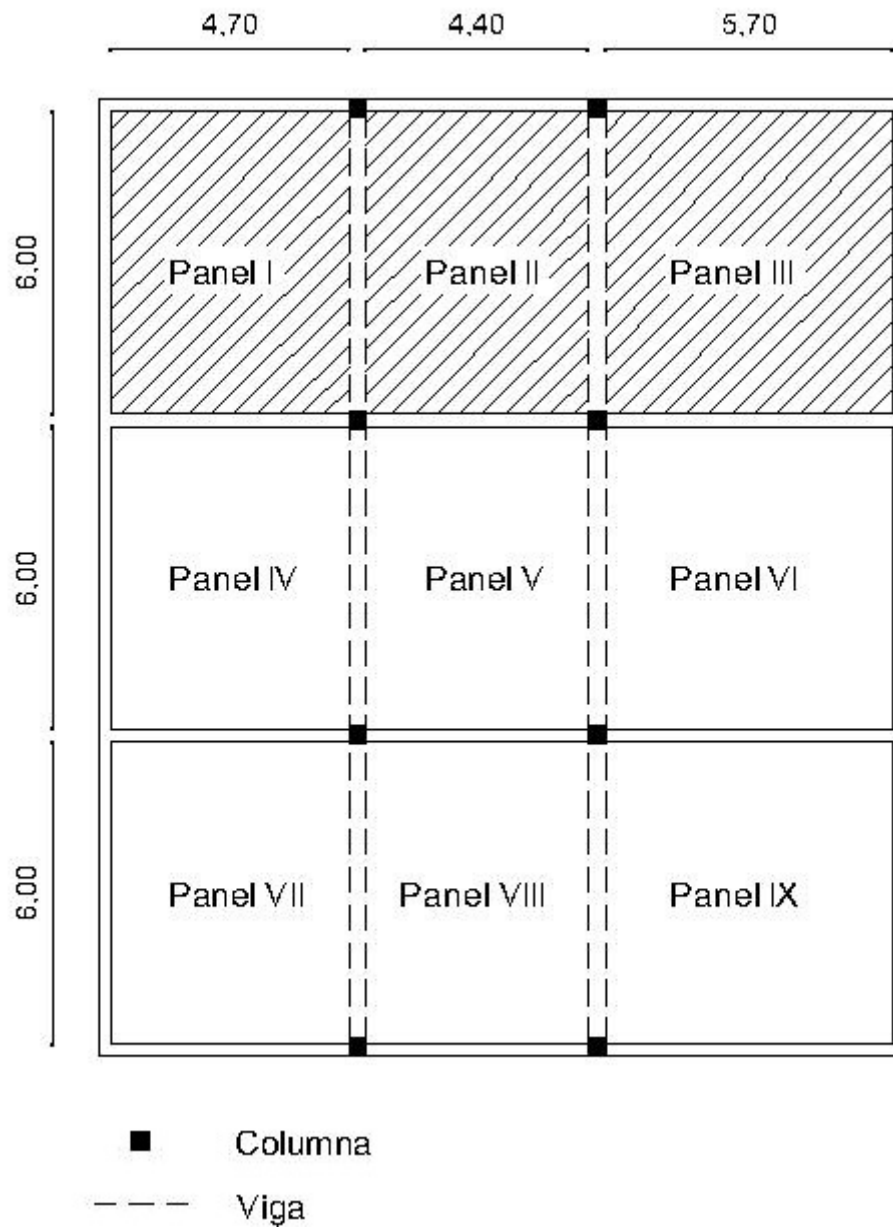
Diámetro de la varilla (db) = 1,4 cm

Acero (fy) = 4200 kg/cm²

Hormigón (f'c) = 210 kg/cm²

Longitud de desarrollo (ld) = 91,80 cm

6.8.2. DISEÑO DEL REFUERZO TRANSVERSAL DE LA LOSA INFERIOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



Esc. 1:150

Para realizar el diseño longitudinal de la losa inferior de la planta de tratamiento se va a considerar una banda de diseño localizada a lo largo de los paneles I, II y III.

Cargas presentes

Cargas

$$\text{Carga muerta (CM)} = 0,485 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Carga viva (CV)} = 0,200 \text{ T/m}^2$$

Cargas mayoradas

$$1,2 \text{ CM} = 0,582 \text{ T/m}^2$$

$$1,6 \text{ CV} = 0,320 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Carga mayorada (w)} = 0,902 \text{ T/m}^2$$

Cargas por unidad de longitud transmitidas por los muros

$$q = \frac{wb}{6} \left(3 - \left(\frac{b}{l} \right)^2 \right)$$

Panel 1

$$\text{Largo del panel (l)} = 6,25 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del panel (b)} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Carga mayorada (q)} = 1,773 \text{ T/m}$$

Peso propio del muro

$$\text{Ancho} = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Alto} = 3,1 \text{ m}$$

$$\text{Carga} = 1,860 \text{ T/m}$$

$$\text{Carga mayorada (q)} = 2,232 \text{ T/m}$$

Carga transmitida por el panel 1

$$\text{Carga total (q)} = 4,005 \text{ T/m}$$

Peso propio del primer muro de separación

Ancho = 0,25 m
Alto = 1,95 m
Carga = 1,170 T/m

Carga mayorada (q) = 1,404 T/m

Peso propio del segundo muro de separación

Ancho = 0,25 m
Alto = 1,85 m
Carga = 1,110 T/m

Carga mayorada (q) = 1,332 T/m

Panel 3

Largo del panel (l) = 6,25 m
Ancho del panel (b) = 6 m

Carga mayorada (q) = 1,874 T/m

Peso propio del muro

Ancho = 0,25 m
Alto = 3,1 m
Carga = 1,860 T/m

Carga mayorada (q) = 2,232 T/m

Carga transmitida por el panel 3

Carga total (q) = 4,106 T/m

Reacción última

La reacción que se va a generar por las cargas presentes va a tener un diagrama con forma trapezoidal.

Cargas

Tipo	Distancia (m)	Carga (T)	Momento
Muro 1	0,00	4,005	0,000
Muro 2	9,75	1,404	13,689
Muro 3	14,50	1,332	19,314
Muro 4	15,75	4,106	64,673

Reacciones

Tipo	Distancia (m)	Carga (T)	Momento
R1	7,88	15,75*R1	124,03*R1
R2	10,50	7,88*R2	82,69*R2

Tabla 6.8.2.1. Determinación de parámetros de la reacción última

Valores extremos de la reacción trapezoidal

R izq. = 0,392472 T/m

R der. = 0,984989 T/m

Pendiente de la carga trapezoidal

m = 0,03762

Cortes y momentos

Abscisa	Corte (T)	Comentario	Momento (Tm)	Comentario
0,000	0,000		0,000	
0,000	2,269	V máx	2,665	M mín
0,488	2,073		1,606	
0,975	1,868		0,645	
1,463	1,655		-0,214	
1,950	1,432		-0,967	
2,438	1,200		-1,609	
2,925	0,960		-2,136	
3,413	0,710		-2,543	
3,900	0,452		-2,827	

Abscisa	Corte (T)	Comentario	Momento (Tm)	Comentario
4,388	0,185		-2,983	
4,875	-0,092		-3,006	M máx
5,363	-0,377		-2,892	
5,850	-0,671		-2,637	
6,338	-0,974		-2,236	
6,825	-1,286		-1,686	
7,313	-1,607		-0,981	
7,800	-1,937		-0,117	
8,288	-2,276		0,909	
8,775	-2,624		2,103	
9,263	-2,980		3,469	
9,750	-3,346	V mín	5,010	M mín
9,750	2,522	V máx	3,367	
10,225	2,157		2,255	
10,700	1,783		1,319	
11,175	1,402		0,562	
11,650	1,011		-0,011	
12,125	0,612		-0,397	
12,600	0,205		-0,591	
13,075	-0,211		-0,590	
13,550	-0,635		-0,390	
14,025	-1,068		0,014	
14,500	-1,509	V mín	0,626	
14,500	1,043	V máx	0,540	
14,917	0,649		0,187	
15,333	0,249		0,000	
15,750	-0,159	V mín	-0,019	M máx
15,750	0,000		0,000	

Tabla 6.8.2.2. Cortes y momentos

Diagrama de Corte

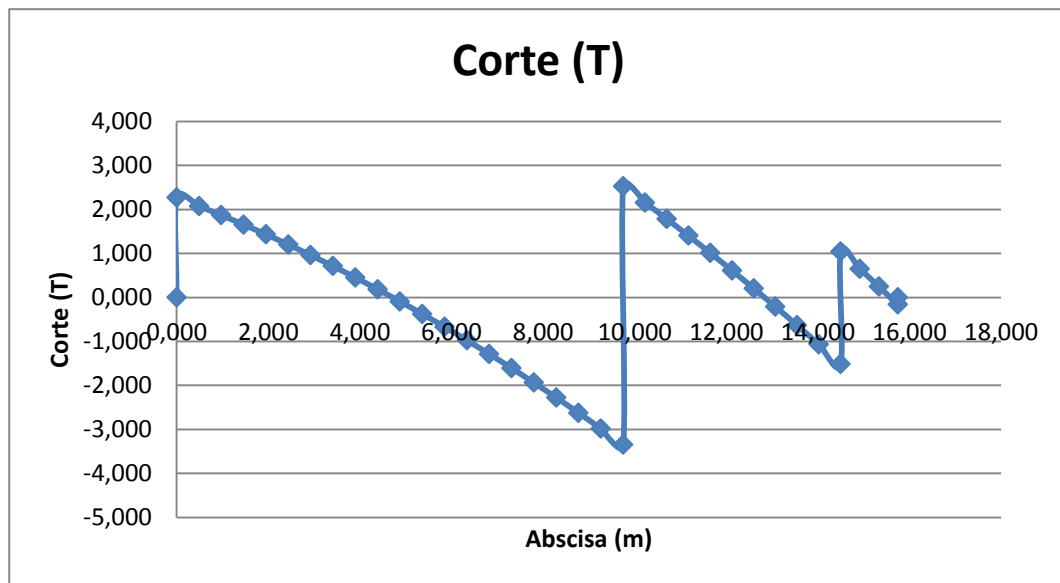
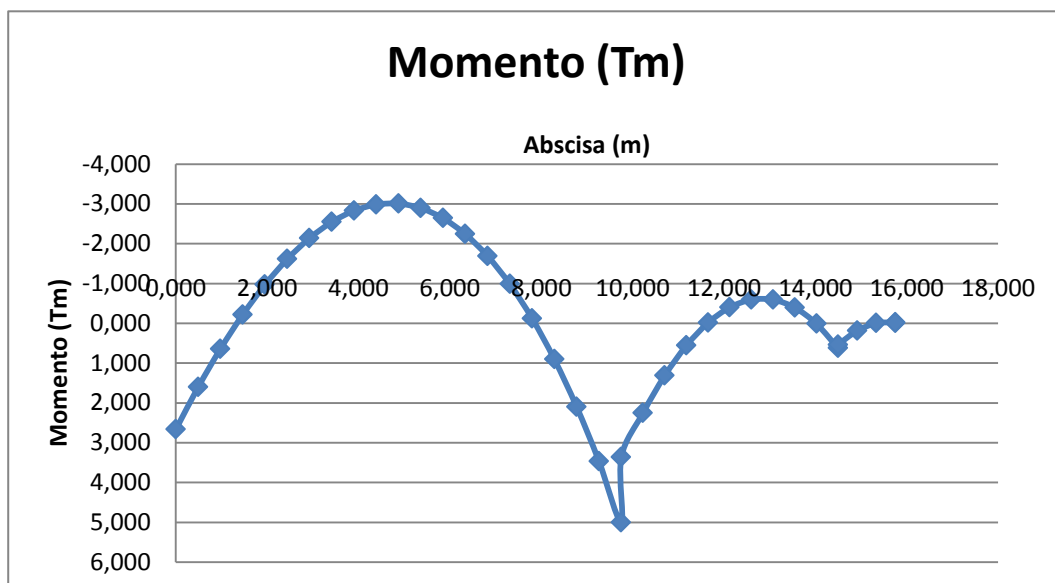


Diagrama de momento



Determinación del espesor de la losa inferior

$$\phi V_c = 0,75 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_u < \phi V_c$$

Ancho (b) =	1 m
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Corte crítico (Vu) =	3,346 T
Espesor de la base =	0,06 m

Se escoge un espesor de 30 cm ya que se requiere espacio para el refuerzo de flexión.

Diseño a flexión

Dimensiones de la viga

Ancho (b) =	100 cm
Alto (h) =	30 cm
Recubrimiento =	5 cm
Profundidad (d) =	25 cm

Parámetros

Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²

Fórmulas de cálculo

$$A_s = 0,85 \frac{f'c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M u}{\phi b d^2 f'c} \right)} \right) \quad A_s \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$l_d = \frac{d b f_y \psi_t}{4,42 \sqrt{f'c}} \quad l_{dh} = \frac{0,075 d b f_y}{\sqrt{f'c}}$$

Momento 1

Momento = 5,01 Tm
As requerido sup. = 5,46 cm²
As min = 8,33 cm²

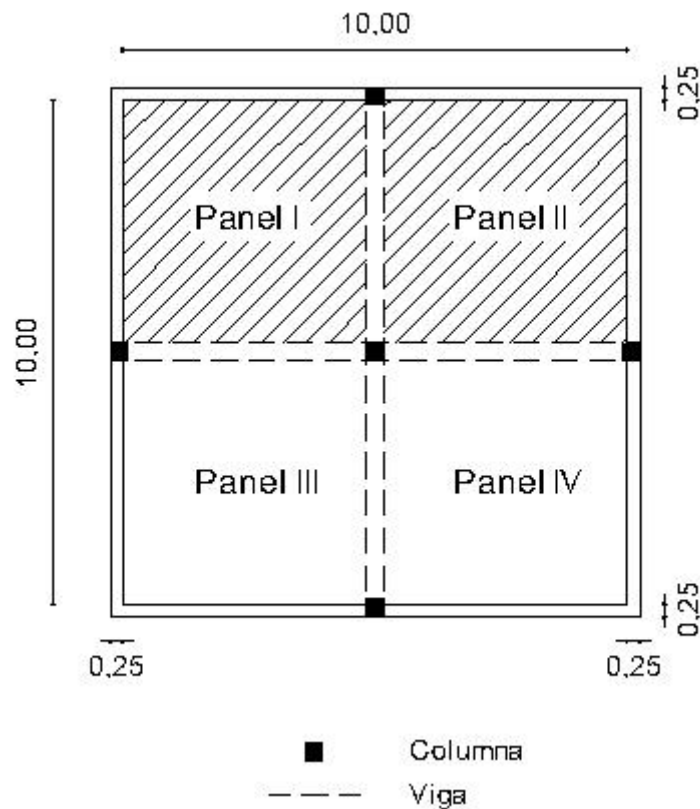
Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	16	10,05
	Total	10,05

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (db) = 1,6 cm
Acero (fy) = 4200 kg/cm²
Hormigón (f'c) = 210 kg/cm²

Longitud de desarrollo (ld) = 104,915 cm

6.8.3. DISEÑO DEL REFUERZO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LA LOSA INFERIOR DEL TANQUE DE RESERVA



Esc. 1:150

Para realizar el diseño del refuerzo longitudinal y transversal de la losa inferior del tanque de reserva se va a considerar una banda de diseño localizada a lo largo de los paneles I y II. El refuerzo longitudinal va a ser igual al refuerzo transversal debido a que el tanque de reserva tiene igual ancho y largo.

Cargas presentes

Cargas

Carga muerta (CM) = 0,410 T/m²
Carga viva (CV) = 0,200 T/m²

Cargas mayoradas

$$1,2 \text{ CM} = 0,492 \text{ T/m}^2$$

$$1,6 \text{ CV} = 0,320 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Carga mayorada (w)} = 0,812 \text{ T/m}^2$$

Cargas por unidad de longitud transmitidas por los muros

$$q = \frac{wb}{3}$$

Panel III y IX

$$\text{Largo del panel (l)} = 4,83 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del panel (b)} = 4,83 \text{ m}$$

$$\text{Carga mayorada (q)} = 1,31 \text{ T/m}$$

Peso propio del muro

$$\text{Ancho} = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Alto} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Carga} = 1,20 \text{ T/m}$$

$$\text{Carga mayorada (q)} = 1,44 \text{ T/m}$$

Carga transmitida por los muros

$$\text{Carga total (q)} = 2,75 \text{ T/m}$$

Reacción última

Cargas

Muro	Carga (T)
1	2,745
2	2,745
Total	5,490

Tabla 6.8.3.1. Determinación de la reacción

Longitud

Ancho de análisis = 1 m
Longitud = 10,5 m
Área = 10,5 m²

Reacción última

Reacción última = 0,523 T/m²

Debido a que esta reacción fue calculada en función de un ancho unitario, también corresponde a una carga por unidad de longitud.

Cortes y Momentos

Abscisa (m)	Corte (T)	Comentario	Momento (Tm)	Comentario
0,000	0,000		0,000	
0,000	2,680	V máx	3,566	M mín
0,488	2,425		2,320	
0,976	2,170		1,198	
1,464	1,915		0,201	
1,952	1,659		-0,671	
2,440	1,404		-1,418	
2,929	1,149		-2,041	
3,417	0,894		-2,540	
3,905	0,638		-2,914	
4,393	0,383		-3,163	
4,881	0,128	V mín	-3,287	M máx
5,369	-0,128		-3,287	
5,857	-0,383		-3,163	
6,345	-0,638		-2,914	
6,833	-0,894		-2,540	
7,321	-1,149		-2,041	
7,810	-1,404		-1,418	
8,298	-1,659		-0,671	
8,786	-1,915		0,201	
9,274	-2,170		1,198	
9,762	-2,425		2,320	
10,250	-2,680	V máx	3,566	M máx
10,250	0,000		0,000	

Tabla 6.8.3.2. Cortes y Momentos

Diagrama de Corte

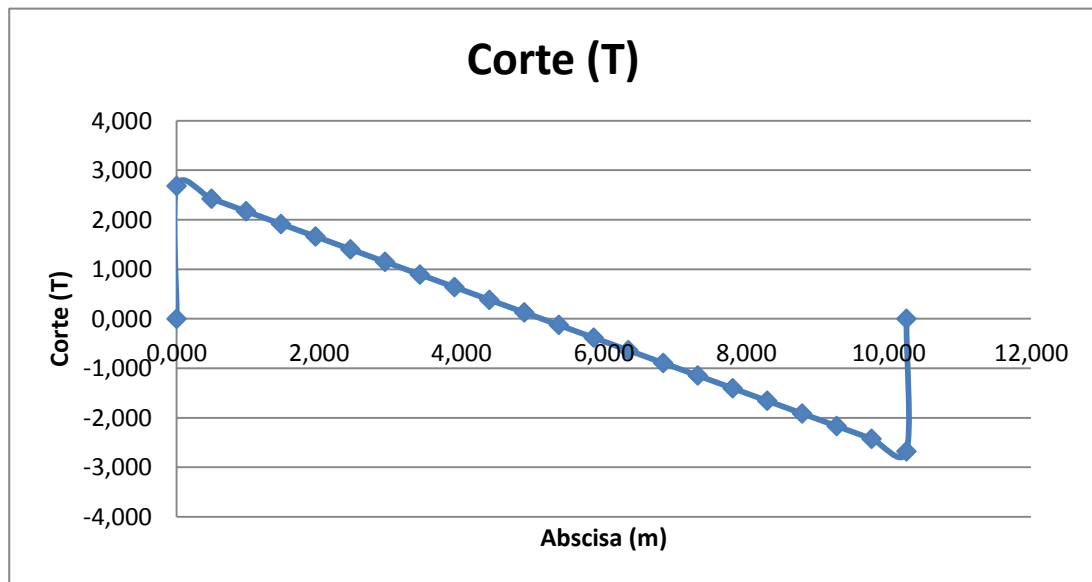
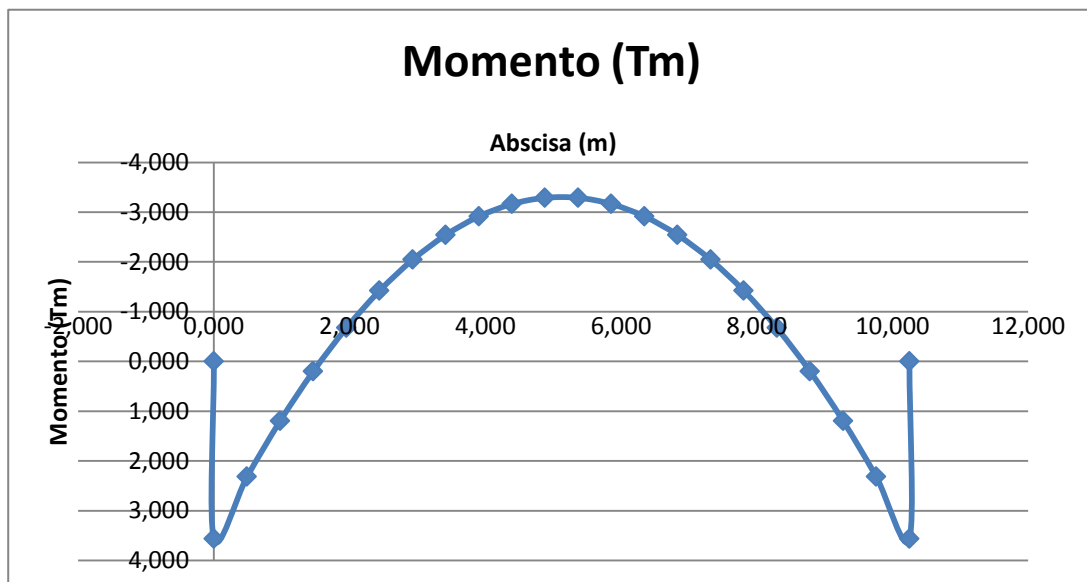


Diagrama de Momento



Determinación del espesor de la losa inferior

$$\phi V_c = 0,75 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_u < \phi V_c$$

Ancho (b) =	1 m
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Corte crítico (Vu) =	2,68 T
Espesor de la base =	0,05 m

Se escoge un espesor de 30 cm ya que se requiere espacio para el refuerzo de flexión.

Diseño a flexión

Dimensiones de la viga

Ancho (b) =	100 cm
Alto (h) =	30 cm
Recubrimiento =	10 cm
Profundidad (d) =	20 cm

Parámetros

Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²

Fórmulas de cálculo

$$A_s = 0,85 \frac{f'c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M_u}{\phi b d^2 f'c} \right)} \right) \quad A_s \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$l_d = \frac{d b f_y \psi_t}{4,42 \sqrt{f'c}} \quad l_{dh} = \frac{0,075 d b f_y}{\sqrt{f'c}}$$

Momento máximo

Momento = 3,57 Tm

As requerido = 4,87 cm²

As min = 6,67 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	14	7,70
	Total	7,70

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (db) = 1,4 cm

Acero (fy) = 4200 kg/cm²

Hormigón (f'c) = 210 kg/cm²

Longitud de desarrollo (ld) = 91,80 cm

6.9. DISEÑO DE MUROS

6.9.1. DISEÑO DEL REFUERZO DE MUROS Y SEPARACIONES DE MÓDULOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Criterio de diseño

Se va a suponer una condición crítica en la que se llena hasta los 2,85 m de altura.

Fuerza actuante

$$P = \gamma H$$

Densidad del agua (γ) =	1,000 T/m ³
Profundidad de agua (H) =	2,85 m

Presión actuante =	2,85 T/m ²
--------------------	-----------------------

Se va a considerar un ancho de análisis de 1 m, por lo tanto se tiene una carga que varía linealmente de 0 a 2,850 T/m.

Fuerza actuante última

F. M. de fluidos =	1,4
Fuerza actuante (ω) =	2,85 T/m

Fuerza última (ω_u) =	3,99 T/m
--------------------------------	----------

Momento último

$$Mu = \frac{\omega_u L^2}{6}$$

Fuerza última (ω_u) =	3,99 T/m
Altura (L) =	2,85 m
Momento último (Mu) =	5,40 Tm

Diseño a flexión

Dimensiones

Ancho (b) =	100 cm
Alto (h) =	25 cm
Recubrimiento =	5 cm
Profundidad (d) =	20 cm

Parámetros

Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²

Fórmulas de cálculo

$$As = 0,85 \frac{f'c}{fy} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 Mu}{\phi b d^2 f'c} \right)} \right) \quad As \text{ mín} = \frac{14}{fy} bd$$

$$ld = \frac{db fy \psi_t}{4,42 \sqrt{f'c}} \quad ldh = \frac{0,075 db fy}{\sqrt{f'c}}$$

Momento último

Momento =	5,40 Tm
As requerido sup. =	7,50 cm ²
As mín =	6,67 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	14	7,70
	Total	7,70

El reglamento establece que en la cara opuesta a la que encuentra sometida a flexión se debe colocar la mitad del acero requerido o al menos el acero mínimo.

Por lo tanto en ambas caras de los muros se colocará esta cantidad de acero por metro lineal.

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (db) = 1,4 cm
Acero (fy) = 4200 kg/cm²
Hormigón (f'c) = 210 kg/cm²
Longitud de desarrollo (ld) = 91,801 cm

Refuerzo horizontal (contracción y temperatura)

$$As = 0,0018 \times b \times h$$

Ancho (b) = 100 cm
Altura (h) = 25 cm
Acero requerido (As) = 4,5 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
	Total	5,65

6.9.2. DISEÑO DEL REFUERZO DE LOS TABIQUES DE SEPARACIÓN ENTRE LOS TANQUES DE LOS PANELES I Y II, IV Y V, VII Y VIII DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Criterio de diseño

Se va a suponer una condición crítica en la que se llena hasta los 2,85 m de altura.

Fuerza actuante

$$P = \gamma H$$

Densidad del agua (γ) =	1,000 T/m ³
Profundidad de agua 1 (H) =	2,85 m

Presión actuante =	2,85 T/m ²
--------------------	-----------------------

Densidad del agua (γ) =	1,000 T/m ³
Profundidad de agua 2 (H) =	0,9 m

Presión actuante =	0,9 T/m ²
--------------------	----------------------

Se va a considerar un ancho de análisis de 1 m, por lo tanto se tiene una carga que varía linealmente de 0,900 a 2,850 T/m.

Fuerza actuante última

F. M. de fluidos =	1,4
Fuerza actuante 1 (ω_1) =	2,85 T/m
Fuerza actuante 2 (ω_2) =	0,9 T/m
Fuerza última 1 (ω_{u1}) =	3,99 T/m
Fuerza última 2 (ω_{u2}) =	1,26 T/m

Momento último

$$Mu = \frac{(\omega_{u1} - \omega_{u2}) L^2}{6} + \frac{\omega_{u2} L^2}{2}$$

3,99 T/m

Fuerza última 1 (ω_{u1}) =	
Fuerza última 2 (ω_{u2}) =	1,26 T/m
Altura (L) =	1,95 m
Momento último (Mu) =	4,13 Tm

Diseño a flexión

Dimensiones

Ancho (b) =	100 cm
Alto (h) =	25 cm
Recubrimiento =	5 cm
Profundidad (d) =	20 cm

Parámetros

Hormigón (f'_c) =	210 kg/cm ²
Acero (f_y) =	4200 kg/cm ²

Fórmulas de cálculo

$$As = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 Mu}{\phi b d^2 f'_c} \right)} \right) \quad As \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$ld = \frac{db f_y \psi_t}{4,42 \sqrt{f'_c}} \quad ldh = \frac{0,075 db f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

Momento último

Momento =	4,13 Tm
As requerido sup. =	5,66 cm ²
As mín =	6,67 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	14	7,70
	Total	7,70

El reglamento establece que en la cara opuesta a la que encuentra sometida a flexión se debe colocar la mitad del acero requerido o al menos el acero mínimo.

Por lo tanto en ambas caras del muro se colocará esta cantidad de acero por metro lineal.

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (db) =	1,4 cm
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Longitud de desarrollo (ld) =	91,801 cm

Refuerzo horizontal (contracción y temperatura)

$$As = 0,0018 \times b \times h$$

Ancho (b) =	100 cm
Altura (h) =	25 cm

Acero requerido (As) =	4,5 cm ²
------------------------	---------------------

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
	Total	5,65

6.9.3. DISEÑO DEL REFUERZO DE LOS TABIQUES DE SEPARACIÓN ENTRE LOS TANQUES DE LOS PANELES II Y III, V Y VI, VIII Y IX DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Criterio de diseño

Se va a suponer una condición crítica en la que se llena hasta los 2,85 m de altura.

Fuerza actuante

$$P = \gamma H$$

Densidad del agua (γ) =	1,000 T/m ³
Profundidad de agua 1 (H) =	2,85 m

Presión actuante =	2,85 T/m ²
--------------------	-----------------------

Densidad del agua (γ) =	1,000 T/m ³
Profundidad de agua 2 (H) =	1 m

Presión actuante =	1 T/m ²
--------------------	--------------------

Se va a considerar un ancho de análisis de 1 m, por lo tanto se tiene una carga que varía linealmente de 1,000 a 2,850 T/m.

Fuerza actuante última

F. M. de fluidos =	1,4
Fuerza actuante 1 (ω_1) =	2,85 T/m
Fuerza actuante 2 (ω_2) =	1 T/m
Fuerza última 1 (ω_{u1}) =	3,99 T/m
Fuerza última 2 (ω_{u2}) =	1,4 T/m

Momento último

$$Mu = \frac{(\omega_{u1} - \omega_{u2}) L^2}{6} + \frac{\omega_{u2} L^2}{2}$$

Fuerza última 1 (ω_{u1}) =	3,99 T/m
Fuerza última 2 (ω_{u2}) =	1,4 T/m

1,85 m

Altura (L) =

Momento último (Mu) = 3,87 Tm

Diseño a flexión

Dimensiones

Ancho (b) = 100 cm

Alto (h) = 25 cm

Recubrimiento = 5 cm

Profundidad (d) = 20 cm

Parámetros

Hormigón (f'c) = 210 kg/cm²

Acero (fy) = 4200 kg/cm²

Fórmulas de cálculo

$$As = 0,85 \frac{f'c}{fy} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 Mu}{\phi b d^2 f'c} \right)} \right) \quad As \text{ mín} = \frac{14}{fy} bd$$

$$ld = \frac{db fy \psi_t}{4,42 \sqrt{f'c}} \quad ldh = \frac{0,075 db fy}{\sqrt{f'c}}$$

Momento último

Momento = 3,87 Tm

As requerido sup. = 5,30 cm²

As mín = 6,67 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	14	7,70
	Total	7,70

El reglamento establece que en la cara opuesta a la que encuentra sometida a flexión se debe colocar la mitad del acero requerido o al menos el acero mínimo.

Por lo tanto en ambas caras de los muros se colocará esta cantidad de acero por metro lineal.

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (db) =	1,4 cm
Acero (fy) =	4200 kg/cm ²
Hormigón (f'c) =	210 kg/cm ²
Longitud de desarrollo (ld) =	91,801 cm

Refuerzo horizontal (contracción y temperatura)

$$A_s = 0,0018 \times b \times h$$

Ancho (b) =	100 cm
Altura (h) =	25 cm
Acero requerido (As) =	4,5 cm ²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
	Total	5,65

6.9.4. DISEÑO DEL REFUERZO DE LOS MUROS DEL TANQUE DE RESERVA

Criterio de diseño

Se va a suponer una condición crítica en la que se llena hasta los 2,00 m de altura.

Fuerza actuante

$$P = \gamma H$$

Densidad del agua (γ) =	1,000 T/m ³
Profundidad de agua (H) =	2 m
Presión actuante =	2 T/m ²

Se va a considerar un ancho de análisis de 1 m, por lo tanto se tiene una carga que varía linealmente de 0 a 2.000 T/m.

Fuerza actuante última

F. M. de fluidos =	1,4
Fuerza actuante (ω) =	2,00 T/m
Fuerza última (ω_u) =	2,80 T/m

Momento último

$$Mu = \frac{\omega_u L^2}{6}$$

Fuerza última (ω_u) =	2,80 T/m
Altura (L) =	2,00 m
Momento último (Mu) =	1,87 Tm

Diseño a flexión

Dimensiones

Ancho (b) =	100 cm
Alto (h) =	25 cm
Recubrimiento =	5 cm
Profundidad (d) =	20 cm

Parámetros

Hormigón (f'_c) = 210 kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 kg/cm²

Fórmulas de cálculo

$$A_s = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,36 M u}{\phi b d^2 f'_c} \right)} \right) \quad A_s \text{ mín} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$l_d = \frac{d b f_y \psi_t}{4,42 \sqrt{f'_c}} \quad l_{dh} = \frac{0,075 d b f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

Momento último

Momento = 1,87 Tm

As requerido sup. = 2,51 cm²

As mín = 6,67 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	14	7,70
	Total	7,70

El reglamento establece que en la cara opuesta a la que encuentra sometida a flexión se debe colocar la mitad del acero requerido o al menos el acero mínimo.

Por lo tanto en ambas caras de los muros se colocará esta cantidad de acero por metro lineal.

Longitud de desarrollo lineal

Diámetro de la varilla (d_b) = 1,4 cm

Acero (f_y) = 4200 kg/cm²

Hormigón (f'_c) = 210 kg/cm²

Longitud de desarrollo (l_d) = 91,801 cm

Refuerzo horizontal (contracción y temperatura)

$$A_s = 0,0018 \times b \times h$$

Ancho (b) = 100 cm

Altura (h) = 25 cm

Acero requerido (A_s) = 4,5 cm²

Número de varillas	Diámetro (mm)	Área (cm ²)
5	12	5,65
	Total	5,65

6.10. DISEÑO DE COLUMNAS

6.10.1. DISEÑO DE COLUMNAS EXTERNAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Parámetros de diseño

Hormigón (f'_c) = 210 Kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 Kg/cm²

Diámetro de estribos = 8 mm

Recubrimiento = 4 cm

Dimensiones

Ancho (b) = 35 cm

Largo (h) = 35 cm

Área bruta (A_g) = 1225 cm²

Varillas

Número de varillas total = 4

Diámetro = 25 mm

Área total (A_s) = 19,63 cm²

Número de capas = 2

de varillas a lo largo de (b) = 2

Número de espacios en (b) = 1

de varillas a lo largo de (h) = 2

Número de espacios en (h) = 1

Distancias

D. borde al centroide = 6,05 cm

Espaciamiento entre centros = 22,90 cm

Distancias notables

cb (balanceado) = 17,17 cm

c máximo = 41,18 cm

c mínimo = 6,69 cm

Puntos notables de la curva

Po = 297,62 T $Po = 0,85 f'c (Ag - As) + 4200 fy$

ϕ Po = 193,46 T $\phi Po = \phi 0,85 f'c (Ag - As) + 4200 fy$

P máx = 238,10 T $Pmáx = 0,80 (0,85 f'c (Ag - As) + 4200 fy)$

ϕ P máx = 154,76 T $\phi Pmáx = \phi (0,80 (0,85 f'c (Ag - As) + 4200 fy))$

Pb = 88,87 T

ϕ Pb = 57,77 T

Mb = 18,48 Tm

ϕ Mb = 12,01 Tm

M mín = 10,59 Tm

ϕ M mín = 9,52 Tm

Carga de transición

P transición = 39,58 T $P = \frac{0,10 f'c Ag}{\phi}$ $\phi = 0,65$

Diagrama de interacción

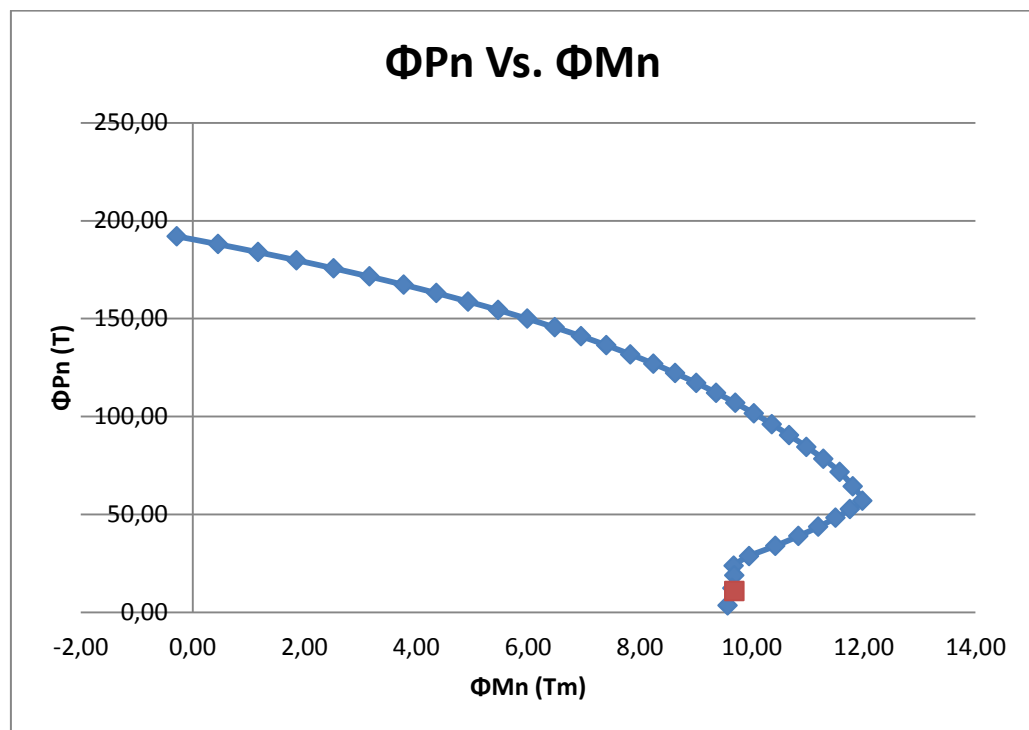
Intervalo (cm) =	1
Desde c =	44,00
Hasta c =	7

Pu	Mu
10,8	9,69

c (cm)	Pn (T)	Mn (Tm)	e	Φ	ΦPn (T)	ΦMn (Tm)
44	295,44	-0,44	-0,15	0,65	192,04	-0,28
43	289,21	0,70	0,24	0,65	187,99	0,46
42	282,94	1,80	0,64	0,65	183,91	1,17
41	276,62	2,86	1,03	0,65	179,80	1,86
40	270,25	3,88	1,44	0,65	175,66	2,52
39	263,82	4,86	1,84	0,65	171,48	3,16
38	257,34	5,81	2,26	0,65	167,27	3,77
37	250,79	6,71	2,68	0,65	163,01	4,36
36	244,17	7,58	3,10	0,65	158,71	4,93
35	237,48	8,41	3,54	0,65	154,36	5,47
34	230,71	9,21	3,99	0,65	149,96	5,98
33	223,85	9,97	4,45	0,65	145,50	6,48
32	216,89	10,69	4,93	0,65	140,98	6,95
31	209,83	11,39	5,43	0,65	136,39	7,40
30	202,65	12,05	5,95	0,65	131,72	7,83
29	195,34	12,68	6,49	0,65	126,97	8,24
28	187,89	13,28	7,07	0,65	122,13	8,63
27	180,27	13,86	7,69	0,65	117,18	9,01
26	172,49	14,41	8,35	0,65	112,12	9,36
25	164,50	14,94	9,08	0,65	106,92	9,71
24	156,29	15,44	9,88	0,65	101,59	10,04
23	147,83	15,94	10,78	0,65	96,09	10,36
22	139,08	16,42	11,80	0,65	90,40	10,67
21	130,01	16,89	12,99	0,65	84,50	10,98
20	120,55	17,36	14,40	0,65	78,36	11,28
19	110,38	17,80	16,13	0,65	71,75	11,57
18	98,92	18,17	18,37	0,65	64,30	11,81
17	87,74	18,43	21,00	0,65	57,03	11,98
16	81,10	18,09	22,31	0,65	52,71	11,76
15	74,27	17,69	23,81	0,65	48,28	11,50
14	67,23	17,21	25,61	0,65	43,70	11,19

c (cm)	Pn (T)	Mn (Tm)	e	Φ	ΦPn (T)	ΦMn (Tm)
13	59,92	16,67	27,81	0,65	38,95	10,83
12	52,28	16,03	30,67	0,65	33,98	10,42
11	44,22	15,31	34,62	0,65	28,74	9,95
10	35,60	14,47	40,66	0,67	23,81	9,68
9	26,25	13,51	51,47	0,72	18,83	9,69
8	15,89	12,39	77,94	0,78	12,39	9,66
7	4,09	11,05	270,06	0,87	3,54	9,57

Tabla 6.10.1.1 Tabla para el diagrama de interacción



Espaciamiento de estribos de columnas externas

Determinación de Lo

c1 =	35 cm
c2 =	35 cm
Luz libre =	2,85 m

Mayor entre c1 y c2 =	35 cm
Luz libre / 6 =	47,5 cm
45 cm =	45 cm

El mayor	47,5 cm
Se escoge	50 cm

Espaciamiento de estribos en Lo

0,25 menor entre c1 y c2 =	8,75 cm
6 diámetros de la var. Long. =	15 cm

El menor	8,75 cm
Se escoge	8 cm

Espaciamiento en traslapes

Igual que el anterior caso

Espaciamiento de estribos en el resto de la columna

6 diámetros de la var. long. =	15 cm
15 cm =	15 cm

El menor	15 cm
Se escoge	15 cm

6.10.2. DISEÑO DE COLUMNAS INTERNAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Parámetros de diseño

Hormigón (f'_c) = 210 Kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 Kg/cm²

Diámetro de estribos = 8 mm

Recubrimiento = 4 cm

Dimensiones

Ancho (b) = 35 cm

Largo (h) = 35 cm

Área bruta (A_g) = 1225 cm²

Varillas

Número de varillas total = 4

Diámetro = 20 mm

Área total (A_s) = 12,57 cm²

Número de capas = 2

de varillas a lo largo de (b) = 2

Número de espacios en (b) = 1

de varillas a lo largo de (h) = 2

Número de espacios en (h) = 1

Distancias

D. borde al centroide = 5,80 cm

Espaciamiento entre centros = 23,40 cm

Distancias notables

cb (balanceado) = 17,32 cm

c máximo = 41,18 cm

c mínimo = 5,45 cm

Puntos notables de la curva

Po = 269,20 T $P_o = 0,85 f'c (A_g - A_s) + 4200 f_y$

ϕ Po = 174,98 T $\phi P_o = \phi 0,85 f'c (A_g - A_s) + 4200 f_y$

P máx = 215,36 T $P_{m\acute{a}x} = 0,80 (0,85 f'c (A_g - A_s) + 4200 f_y)$

ϕ P máx = 139,98 T $\phi P_{m\acute{a}x} = \phi (0,80 (0,85 f'c (A_g - A_s) + 4200 f_y))$

Pb = 91,18 T

ϕ Pb = 59,26 T

Mb = 15,40 Tm

ϕ Mb = 10,01 Tm

M mín = 7,19 Tm

ϕ M mín = 6,47 Tm

Carga de transición

Pn transición = 39,58 T $P_n = \frac{0,10 f'c A_g}{\phi}$ $\phi = 0,65$

Diagrama de interacción

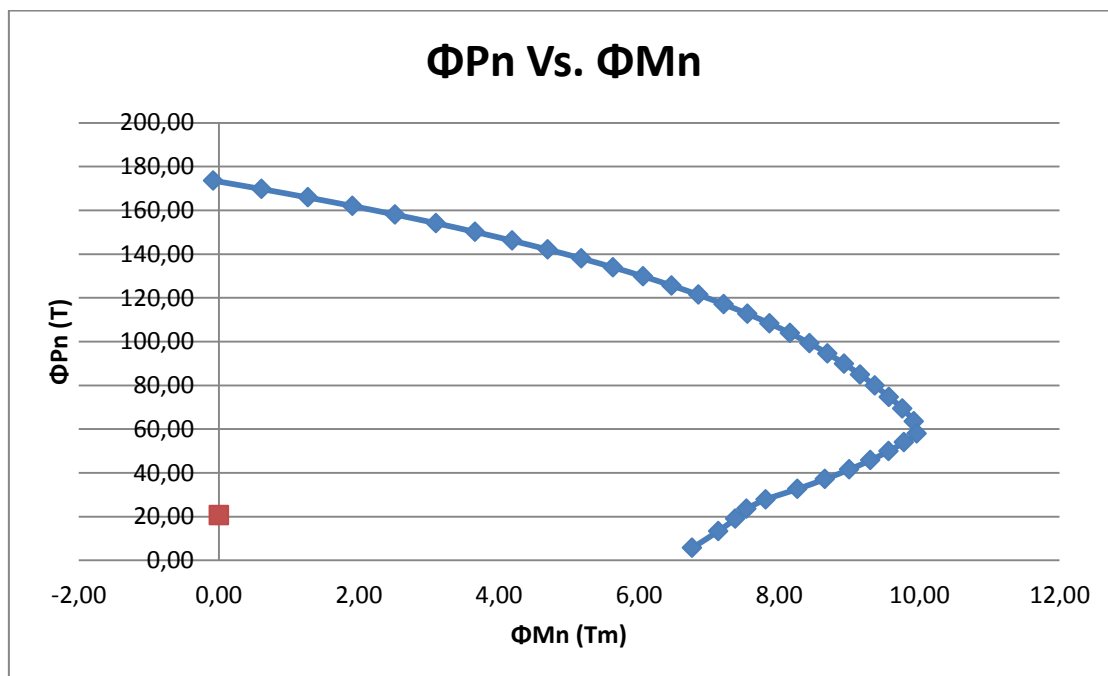
Intervalo (cm) =	1
Desde c =	43,00
Hasta c =	5

Pu	Mu
20,69	0

c (cm)	Pn (T)	Mn (Tm)	e	Φ	ΦPn (T)	ΦMn (Tm)
43	267,08	-0,13	-0,05	0,65	173,60	-0,08
42	261,14	0,94	0,36	0,65	169,74	0,61
41	255,18	1,96	0,77	0,65	165,87	1,27
40	249,19	2,93	1,18	0,65	161,97	1,91
39	243,16	3,87	1,59	0,65	158,05	2,52
38	237,09	4,77	2,01	0,65	154,11	3,10
37	230,98	5,63	2,44	0,65	150,14	3,66
36	224,83	6,44	2,87	0,65	146,14	4,19
35	218,62	7,22	3,30	0,65	142,11	4,69
34	212,37	7,96	3,75	0,65	138,04	5,17
33	206,06	8,66	4,20	0,65	133,94	5,63
32	199,69	9,32	4,67	0,65	129,80	6,06
31	193,24	9,95	5,15	0,65	125,61	6,47
30	186,73	10,53	5,64	0,65	121,37	6,85
29	180,13	11,09	6,16	0,65	117,08	7,21
28	173,43	11,61	6,69	0,65	112,73	7,54
27	166,64	12,09	7,26	0,65	108,31	7,86
26	159,73	12,55	7,86	0,65	103,82	8,16
25	152,69	12,97	8,49	0,65	99,25	8,43
24	145,51	13,37	9,19	0,65	94,58	8,69
23	138,16	13,74	9,94	0,65	89,81	8,93
22	130,63	14,08	10,78	0,65	84,91	9,15
21	122,89	14,41	11,72	0,65	79,88	9,36
20	114,91	14,72	12,81	0,65	74,69	9,57
19	106,64	15,01	14,08	0,65	69,32	9,76
18	97,72	15,26	15,62	0,65	63,52	9,92
17	89,22	15,33	17,18	0,65	57,99	9,96
16	83,09	15,05	18,11	0,65	54,01	9,78
15	76,85	14,71	19,14	0,65	49,95	9,56
14	70,48	14,31	20,30	0,65	45,81	9,30
13	63,94	13,85	21,65	0,65	41,56	9,00
12	57,20	13,31	23,28	0,65	37,18	8,65
11	50,20	12,71	25,31	0,65	32,63	8,26

c (cm)	Pn (T)	Mn (Tm)	e	Φ	ΦPn (T)	ΦMn (Tm)
10	42,86	12,01	28,03	0,65	27,86	7,81
9	35,08	11,22	32,00	0,67	23,54	7,53
8	26,67	10,31	38,68	0,71	19,06	7,37
7	17,38	9,26	53,28	0,77	13,38	7,13
6	6,75	8,00	118,45	0,84	5,70	6,76

Tabla 6.10.2.1. Tabla para el diagrama de interacción



Espaciamiento de estribos de columnas internas

Determinación de Lo

c1 =	35 cm
c2 =	35 cm
Luz libre =	2,85 m

Mayor entre c1 y c2 =	35 cm
Luz libre / 6 =	47,5 cm
45 cm =	45 cm

El mayor	47,5 cm
Se escoge	50 cm

Espaciamiento de estribos en Lo

0,25 menor entre c1 y c2 =	8,75 cm
6 diámetros de la var. long. =	12 cm

El menor	8,75 cm
Se escoge	8 cm

Espaciamiento en traslapes

Igual que el anterior caso

Espaciamiento de estribos en el resto de la columna

6 diámetros de la var. long. =	12 cm
15 cm =	15 cm

El menor	12 cm
Se escoge	12 cm

6.10.3. DISEÑO DE COLUMNAS EXTERNAS E INTERNAS DEL TANQUE DE RESERVA

Parámetros de diseño

Hormigón (f_c) = 210 Kg/cm²

Acero (f_y) = 4200 Kg/cm²

Diámetro de estribos = 8 mm

Recubrimiento = 4 cm

Dimensiones

Ancho (b) = 35 cm

Largo (h) = 35 cm

Área bruta (A_g) = 1225 cm²

Varillas

Número de varillas total = 4

Diámetro = 20 mm

Área total (A_s) = 12,57 cm²

Número de capas = 2

de varillas a lo largo de (b) = 2

Número de espacios en (b) = 1

de varillas a lo largo de (h) = 2

Número de espacios en (h) = 1

Distancias

$$D. \text{ borde al centroide} = 5,80 \text{ cm}$$

$$\text{Espaciamiento entre centros} = 23,40 \text{ cm}$$

Distancias notables

$$cb \text{ (balanceado)} = 17,32 \text{ cm}$$

$$c \text{ máximo} = 41,18 \text{ cm}$$

$$c \text{ mín} = 4,50 \text{ cm}$$

Puntos notables de la curva

$$P_o = 269,20 \text{ T} \quad P_o = 0,85 f'c (Ag - As) + 4200 fy$$

$$\phi P_o = 174,98 \text{ T} \quad \phi P_o = \phi 0,85 f'c (Ag - As) + 4200 fy$$

$$P \text{ máx} = 215,36 \text{ T} \quad P_{\text{máx}} = 0,80 (0,85 f'c (Ag - As) + 4200 fy)$$

$$\phi P \text{ máx} = 139,98 \text{ T} \quad \phi P_{\text{máx}} = \phi (0,80 (0,85 f'c (Ag - As) + 4200 fy))$$

$$P_b = 91,14 \text{ T}$$

$$\phi P_b = 59,24 \text{ T}$$

$$M_b = 15,40 \text{ Tm}$$

$$\phi M_b = 10,01 \text{ Tm}$$

$$eb \text{ (excentricidad balanceada)} = 16,90 \text{ cm}$$

Carga de transición

$$P_n \text{ transición} = 39,58 \text{ T} \quad P_n = \frac{0,10 f'c Ag}{\phi} \quad \phi = 0,65$$

Diagrama de interacción**Columnas externas****Columnas internas**

Intervalo (cm) =	1
Desde c =	43,00
Hasta c =	4

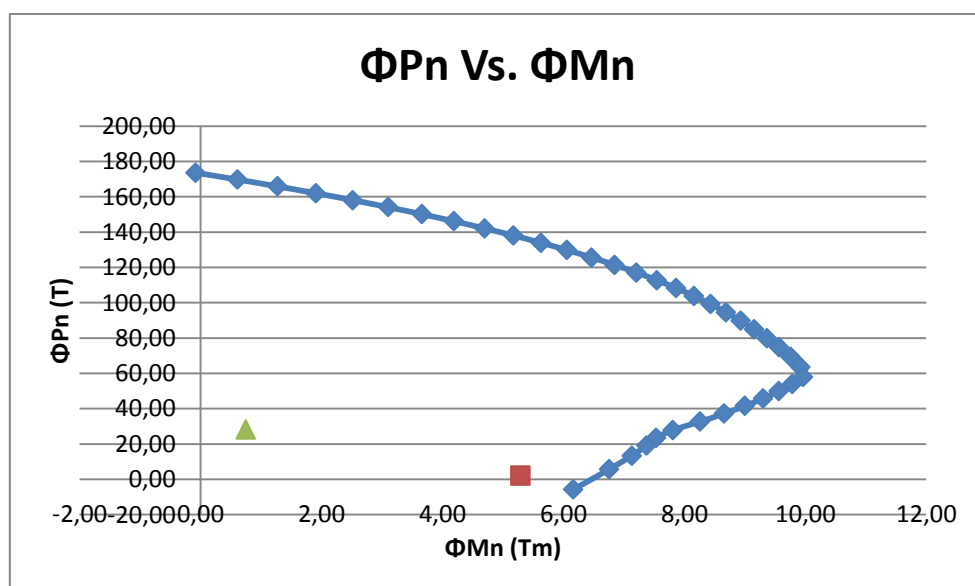
Pu	Mu
2	5,29

Pu	Mu
28,1	0,746

c (cm)	Pn (T)	Mn (Tm)	e	Φ	ΦPn (T)	ΦMn (Tm)
43	267,08	-0,13	-0,05	0,65	173,60	-0,08
42	261,14	0,94	0,36	0,65	169,74	0,61
41	255,18	1,96	0,77	0,65	165,87	1,27
40	249,19	2,93	1,18	0,65	161,97	1,91
39	243,16	3,87	1,59	0,65	158,05	2,52
38	237,09	4,77	2,01	0,65	154,11	3,10
37	230,98	5,63	2,44	0,65	150,14	3,66
36	224,83	6,44	2,87	0,65	146,14	4,19
35	218,62	7,22	3,30	0,65	142,11	4,69
34	212,37	7,96	3,75	0,65	138,04	5,17
33	206,06	8,66	4,20	0,65	133,94	5,63
32	199,69	9,32	4,67	0,65	129,80	6,06
31	193,24	9,95	5,15	0,65	125,61	6,47
30	186,73	10,53	5,64	0,65	121,37	6,85
29	180,13	11,09	6,16	0,65	117,08	7,21
28	173,43	11,61	6,69	0,65	112,73	7,54
27	166,64	12,09	7,26	0,65	108,31	7,86
26	159,73	12,55	7,86	0,65	103,82	8,16
25	152,69	12,97	8,49	0,65	99,25	8,43
24	145,51	13,37	9,19	0,65	94,58	8,69
23	138,16	13,74	9,94	0,65	89,81	8,93
22	130,63	14,08	10,78	0,65	84,91	9,15
21	122,89	14,41	11,72	0,65	79,88	9,36
20	114,91	14,72	12,81	0,65	74,69	9,57
19	106,64	15,01	14,08	0,65	69,32	9,76
18	97,72	15,26	15,62	0,65	63,52	9,92
17	89,22	15,33	17,18	0,65	57,99	9,96
16	83,09	15,05	18,11	0,65	54,01	9,78
15	76,85	14,71	19,14	0,65	49,95	9,56
14	70,48	14,31	20,30	0,65	45,81	9,30
13	63,94	13,85	21,65	0,65	41,56	9,00

c (cm)	Pn (T)	Mn (Tm)	e	Φ	ΦPn (T)	ΦMn (Tm)
12	57,20	13,31	23,28	0,65	37,18	8,65
11	50,20	12,71	25,31	0,65	32,63	8,26
10	42,86	12,01	28,03	0,65	27,86	7,81
9	35,08	11,22	32,00	0,67	23,54	7,53
8	26,67	10,31	38,68	0,71	19,06	7,37
7	17,38	9,26	53,28	0,77	13,38	7,13
6	6,75	8,00	118,45	0,84	5,70	6,76
5	-5,99	6,45	-107,68	0,96	-5,72	6,16

Tabla 6.10.3.1. Tabla para el diagrama de interacción



Estribos de las columnas externas e internas de la planta de tratamiento

Determinación de Lo

c1 =	35 cm
c2 =	35 cm
Luz libre =	2 m

Mayor entre c1 y c2 =	35 cm
Luz libre / 6 =	33,33 cm
45 cm =	45 cm

El mayor	45 cm
Se escoge	50 cm

Espaciamiento de estribos en Lo

0,25 menor entre c1 y c2 =	8,75 cm
6 diámetros de la var. long. =	12 cm

El menor	8,75 cm
Se escoge	8 cm

Espaciamiento en traslapes

Igual que el anterior caso

Espaciamiento de estribos en el resto de la columna

6 diámetros de la var. long. =	12 cm
15 cm =	15 cm

El menor	12 cm
Se escoge	12 cm

7. PRESUPUESTO

El presupuesto es el valor estimado del costo de una obra que resulta de la suma del producto del precio unitario de cada rubro por la cantidad del mismo.

Cada presupuesto contiene varios rubros, éste es el resultado de la realización de una o varias actividades que con la utilización de materiales y/o equipos se obtiene un producto determinado que cumple las especificaciones establecidas.

7.1. ELEMENTOS DEL PRESUPUESTO

Los elementos de un presupuesto son los recursos que se van a utilizar durante la ejecución del proyecto.

El propósito del presupuesto es obtener en forma anticipada el costo real que tendrá el proyecto, tomando todas las consideraciones que se pueden presentar para evitar cualquier tipo de imprevisto o problema al momento de su ejecución.

7.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El APU (Análisis de Precios Unitarios) es un modelo matemático que adelanta el resultado, expresado en moneda, de una actividad que está sometida a estudio para ejecutarse en una obra. En el análisis se considera principalmente los materiales, mano de obra, equipos y transporte para ejecutar una actividad.

Los precios unitarios se componen de dos partes fundamentales de costos directos y costos indirectos.

7.2.1. COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA

Los costos directos de la obra son los valores que están presentes en el producto final de la obra, como materiales, mano de obra en el proyecto, transporte de materiales y equipos de trabajo que se necesite. Para tener un valor correcto en el costo directo se debe considerar una adecuada selección de cuadrilla de trabajo y el rendimiento en las actividades.

7.2.2. COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA

Los costos indirectos de la obra son cantidades que no están presentes como rubros específicos en el producto final pero que son necesarios para su ejecución.

Dentro de los costos indirectos se considerará lo siguientes gastos:

- **GASTO DE OPERACIÓN DE LA OFICINA CENTRAL (5%)**
 - Gastos de representantes ejecutivos
 - Viáticos
 - Capacitación de obreros y empelados
 - Actividades sociales de la empresa
 - Seguros
 - Gastos incurridos en la preparación de ofertas
 - Documentación
 - Adquisición de software
- **COSTOS INDIRECTOS DE OBRA (4%)**
 - Salarios reales
 - Personal técnico de obra
 - Bodeguero
 - Guardias
 - Superintendente

- Residente
 - Gastos de transportes de equipos de obra
 - Gastos para mitigación de impactos negativos
 - Instalaciones de obra
 - Cerramiento
 - Oficinas
 - Equipo de protección personal
 - Servicios higiénicos
 - Vestidores
 - Bodega
 - Vivienda cuidador
 - Impuesto, tasas y contribuciones
 - Servicios de primera necesidad como agua, luz, internet, etc.
- ESTUDIOS (1%)
- IMPREVISTOS (5%)
- UTILIDAD (10%)

7.3. ANALISIS DE COSTO DE MANO DE OBRA²⁸

Para el análisis de los costos de mano de obra se ha tomado como referencia valores de la zona del proyecto, ésta información es obtenida por el Maestro mayor Germán Pauta, maestro constructor de la localidad con un amplia experiencia.

²⁸Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Escuela Civil, Ingeniería de Costos, In. Estuardo Páez.

7.3.1. OFICIAL

Cálculo Salario Real			
ALBAÑIL			
Diario:	35.00	\$	
Salario nominal Semanal	175.00	\$	
Salario Nominal Diario	25.00	\$	
Salario Nominal Mensual	750.00	\$	
Básico:	500.00	\$	
Códio del Trabajo		Mensual	
Décimo tercer sueldo	750.00	62.50	\$
Décimo cuarto sueldo	500.00	41.67	\$
Vacaciones	375.00	31.25	\$
IESS			
Aporte Patronal		83.63	\$
Fondo de Reserva		62.48	\$
SECAP		3.75	\$
IECE		3.75	\$
SALARIO REAL MENSUAL		1039.02	\$
Factor Salario Real		1.39	
Salario real al año:		12468.20	\$
1.- Jornada laboral 8 Horas			
2. 365 días al año menos 52 sábados y domingos y 10 días festivos			
Total día laborables al año:	251	Días	
Número de horas laborables al año:	2008	Horas/año	
SALARIO REAL HORARIO:		6.21	\$

7.3.2. ALBAÑIL

Cálculo Salario Real		
ALBAÑIL		
Diario:	50.00	\$
Salario nominal Semanal	250.00	\$
Salario Nominal Diario	35.71	\$
Salario Nominal Mensual	1071.43	\$
Básico:	500.00	\$
Códio del Trabajo		Mensual
Décimo tercer sueldo	1071.43	89.29 \$
Décimo cuarto sueldo	500.00	41.67 \$
Vacaciones	535.71	44.64 \$
IESS		
Aporte Patronal	119.46	\$
Fondo de Reserva	89.25	\$
SECAP	5.36	\$
IECE	5.36	\$
SALARIO REAL MENSUAL	1466.45	\$
Factor Salario Real	1.37	
Salario real al año:	17597.43	\$
1.- Jornada laboral 8 Horas		
2. 365 días al año menos 52 sábados y domingos y 10 días festivos		
Total día laborables al año:	251	Días
Número de horas laborables al año:	2008	Horas/año
SALARIO REAL HORARIO:	8.76	\$

7.3.3. MAESTRO

Cálculo Salario Real		
MAESTRO		
Diario:	70.00	\$
Salario nominal Semanal	350.00	\$
Salario Nominal Diario	50.00	\$
Salario Nominal Mensual	1500.00	\$
Básico:	500.00	\$
Códio del Trabajo		Mensual
Décimo tercer sueldo	1500.00	125.00 \$
Décimo cuarto sueldo	500.00	41.67 \$
Vacaciones	750.00	62.50 \$
IESS		
Aporte Patronal		167.25 \$
Fondo de Reserva		124.95 \$
SECAP		7.50 \$
IECE		7.50 \$
SALARIO REAL MENSUAL	2036.37	\$
Factor Salario Real	1.36	
Salario real al año:	24436.40	\$
1.- Jornada laboral 8 Horas		
2. 365 días al año menos 52 sábados y domingos y 10 días festivos		
Total día laborables al año:	251	Días
Número de horas laborables al año:	2008	Horas/año
SALARIO REAL HORARIO:	12.17	\$

7.4. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DEL PROYECTO²⁹

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Desbroce y limpieza	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	1	
		Unidad:	m²	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,08
SUBTOTAL M				0,08
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				0,00
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	0,1	12,17	0,12	0,15
Oficial	2	6,21	0,12	1,49
SUBTOTAL O				1,64
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			1,72
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	0,43
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			2,15
	VALOR PRESUPUESTADO			2,15

²⁹ Maestro Constructor, Germán Pauta, Isabela-Galápagos.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Trazado y replanteo	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	2	
		Unidad:	m²	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,08
Estación total	1	20,00	0,05	1,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				1,08
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Estaca	u	2	1,00	2,00
Pintura	lt	0,1	6,00	0,60
Clavos	kg	0,1	4,40	0,44
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				3,04
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Topógrafo	1	12,17	0,05	0,61
Albañil	1	8,76	0,05	0,44
Oficial	2	6,21	0,05	0,62
				0,00
SUBTOTAL O				1,67
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			5,79
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	1,45
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			7,24
	VALOR PRESUPUESTADO			7,24

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Excavación a mano	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	3	
		Unidad:	m³	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,82
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,82
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				0,00
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Albañil	1	8,76	0,60	5,26
Oficial	3	6,21	0,60	11,18
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				16,43
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			17,26
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	4,31
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			21,57
	VALOR PRESUPUESTADO			21,57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Replanteo de hormigón simple f'c 180kg/cm²	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	4	
		Unidad:	m³	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Obra)				3,25
Concretera 2 sacos	1		1,25	0,00
Vibrador a gasolina	1		1,25	0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				3,25
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Cemento portland	kg	335	0,30	100,50
Ripio	m³	0,95	10,00	9,50
Arena	m³	0,65	28,35	18,43
Agua	m³	0,23	0,90	0,21
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				128,63
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	1	12,17	1,25	15,21
Albañil	1	8,76	1,25	10,95
Oficial	5	6,21	1,25	38,81
				0,00
SUBTOTAL O				64,97
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			196,86
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	49,21
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			246,07
	VALOR PRESUPUESTADO			246,07

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Hormigón simple f'c 210 kg/cm²	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	5	
		Unidad:	m³	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				4,18
Concretera 2 sacos	1	18,75	1,25	23,44
Vibrador a gasolina	1	15,00	1,25	18,75
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				46,37
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Cemento portland	kg	365	0,30	109,50
Ripio	m³	0,95	10,00	9,50
Arena	m³	0,65	28,35	18,43
Agua	m³	0,23	0,90	0,21
Impermeabilizante	kg	3,5		0,00
				0,00
SUBTOTAL N				137,63
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	1	12,17	1,25	15,21
Albañil	2	8,76	1,25	21,91
Oficial	6	6,21	1,25	46,57
				0,00
SUBTOTAL O				83,69
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			267,70
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	66,92
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			334,62
	VALOR PRESUPUESTADO			334,62

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm²	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:	Suministro, corte y colocado	Código:	6	
		Unidad:	kg	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Obra)				0,04
Cizalla	1	5,00	0,03	0,15
Dobladora	1	5,00	0,03	0,15
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,34
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm²	kg	1,05	1,70	1,79
Alambre de amarre	kg	0,05	4,40	0,22
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				2,01
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	0,1	12,17	0,03	0,04
Albañil	2	8,76	0,03	0,53
Oficial	1	6,21	0,03	0,19
				0,00
SUBTOTAL O				0,75
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			3,09
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	0,77
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			3,86
	VALOR PRESUPUESTADO			3,86

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Encofrado y desencofrado	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	7	
		Unidad:	m²	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,39
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,39
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Aceite quemado	gbl	0,24	1,50	0,36
Alambre de amarre	kg	0,40	4,40	1,76
Clavo	kg	0,15	4,40	0,66
Estacas	u	1,00	1,00	1,00
Pingos	m	1,65	1,00	1,65
Rieles para encofrado	u	1,00	7,00	7,00
Tabla para encofrado	m	1,00	8,00	8,00
SUBTOTAL N				20,43
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	1	12,17	0,13	1,52
Albañil	1	8,76	0,30	2,63
Oficial	1	6,21	0,60	3,73
				0,00
SUBTOTAL O				7,88
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			28,70
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	7,17
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			35,87
	VALOR PRESUPUESTADO			35,87

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Enlucido vertical	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	8	
		Unidad:	m²	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,65
Andamios	1	3,00	0,84	2,52
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				3,17
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Cementina	kg	3,125	0,45	1,41
Cemento portland	kg	6,375	0,30	1,91
Arena	m³	0,02	28,35	0,57
Agua	m³	0,01	0,90	0,01
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				3,89
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	1	12,17	0,15	1,83
Albañil	1	8,76	0,84	7,36
Oficial	1	6,21	0,60	3,73
				0,00
SUBTOTAL O				12,91
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			19,97
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	4,99
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			24,97
	VALOR PRESUPUESTADO			24,97

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Enlucido horizontal	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	9	
		Unidad:	m²	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Obra)				0,83
Andamios	1	3,00	1,20	3,60
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				4,43
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Cementina	kg	3,125	0,45	1,41
Cemento portland	kg	6,375	0,30	1,91
Arena	m³	0,02	28,35	0,57
Agua	m³	0,01	0,90	0,01
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				3,89
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	1	12,17	0,20	2,43
Albañil	2	8,76	0,60	10,52
Oficial	1	6,21	0,60	3,73
				0,00
SUBTOTAL O				16,68
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			25,00
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	6,25
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			31,26
	VALOR PRESUPUESTADO			31,26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Tablero trifasico con instalación	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	10	
		Unidad:	u	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,70
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,70
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Cemento portland	kg	0,342	0,30	0,10
Breaker 1 polo 15-50 amp	u	1	12,00	12,00
Arena	kg	0,005	28,35	0,14
Taípe	u	1	1,00	1,00
Agua	m³	0,002	0,90	0,00
Tablero trifasico	u	1	25,00	25,00
SUBTOTAL N				38,25
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	1	12,17	0,75	9,13
Albañil	1	8,76	0,50	4,38
Peón	1	6,21	0,08	0,50
				0,00
SUBTOTAL O				14,01
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			52,95
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	13,24
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			66,19
	VALOR PRESUPUESTADO			66,19

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Bomba centrífuga	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	11	
		Unidad:	u	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Obra)				3,34
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				3,34
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Unidad B	Costo Total C = A*B
Bomba Centrífuga 5 HP	u	1	320,00	320,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				320,00
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Maestro	1	12,17	2,00	24,34
Albañil	1	8,76	2,00	17,53
Peón	2	6,21	2,00	24,84
				0,00
SUBTOTAL O				66,70
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			390,04
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	97,51
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			487,55
	VALOR PRESUPUESTADO			487,55

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Pintura externa	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	12	
		Unidad:	m²	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,19
Andamios	1	3,00	1	3,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				3,19
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Pintura esmalte	gbl	0,05	9,00	0,45
Yeso	kg	0,1	0,50	0,05
Lija	hoja	0,3	0,50	0,15
Tiñer	gbl	0,01	2,50	0,03
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				0,68
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Albañil	1	8,76	0,25	2,19
Peon	1	6,21	0,25	1,55
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				3,74
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			7,61
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	1,90
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			9,51
	VALOR PRESUPUESTADO			9,51

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Encofrado y desencofrado losa superior	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	13	
		Unidad:	m²	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,61
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,61
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Pingos	m	4	1,00	4,00
Tabla de monte 0.30 m	m	1,53	8,00	12,24
Clavos	kg	0,12	4,40	0,53
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				16,77
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Mestro	1	12,17	0,16	1,95
Albañil	1	8,76	0,67	5,87
Peón	1	6,21	0,70	4,35
				0,00
SUBTOTAL O				12,17
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			29,54
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	7,39
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			36,93
	VALOR PRESUPUESTADO			36,93

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Arena para filtros	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	14	
		Unidad:	u	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,40
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,40
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Arena fina para filtro	m³	1	28,35	28,35
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				28,35
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Mestro	1	12,17	0,05	0,61
Peón	1	6,21	1,20	7,45
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				8,06
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			36,81
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	9,20
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			46,02
	VALOR PRESUPUESTADO			46,02

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Ripio para filtro	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	15	
		Unidad:	u	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,40
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,40
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Ripio	m³	1,05	10,00	10,50
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				10,50
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Mestro	1	12,17	0,05	0,61
Peón	1	6,21	1,20	7,45
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				8,06
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			18,96
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	4,74
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			23,70
	VALOR PRESUPUESTADO			23,70

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Agua para controlar polvo	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	16	
		Unidad:	m³	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob	1			0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,00
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Agua	m³	2	0,90	1,80
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				1,80
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Albañil	1	8,76	0,0013	0,01
Oficial	1	6,21	0,0100	0,06
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				0,07
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			1,88
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	0,47
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			2,35
	VALOR PRESUPUESTADO			2,35

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Charla a la población	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	17	
		Unidad:	u	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor	1	1,50	1	1,50
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				1,50
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Charla de concentización	u	1	130,00	130,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				130,00
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				0,00
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			131,50
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	32,88
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			164,38
	VALOR PRESUPUESTADO			164,38

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Acarreo mecánico	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:	(carga, transporte y descarga)	Código:	18	
		Unidad:	m³	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Volqueta (incluye chofer)	1	40,00	0,04	1,60
Pala (incluye cohofer)	0,5	80,00	0,04	1,60
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				3,20
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				0,00
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				0,00
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			3,20
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	0,80
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			4,00
	VALOR PRESUPUESTADO			4,00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Silla Yee 110 mm PVC	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	19	
		Unidad:	u	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Obra)				0,31
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,31
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Silla Yee x 110 mm	u	1	7,00	7,00
Pegamento tuberías plasticas	u	0,01	35,00	0,35
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				7,35
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Mestro	1	12,17	0,01	0,15
Albañil	1	8,76	0,40	3,51
Peón	1	6,21	0,40	2,48
				0,00
SUBTOTAL O				6,14
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			13,79
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	3,45
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			17,24
	VALOR PRESUPUESTADO			17.24

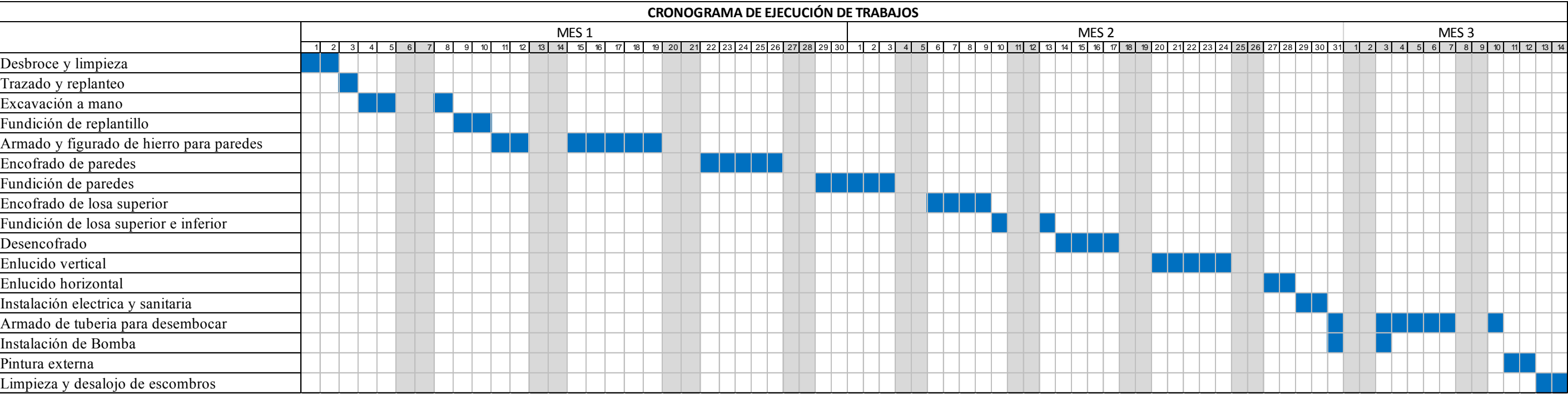
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Tubería plástica	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:	(material, trasnporte, isntalación)	Código:	20	
		Unidad:	m	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob	1		0,3	0,32
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,32
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
Tubo plástico PVC 110 mm	m	1	3,50	3,50
Pegamento tuberías plasticas	m	0,09	35,00	3,15
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				6,65
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Albañil	1	8,76	0,30	2,63
Peón	2	6,21	0,30	3,73
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				6,35
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			13,32
	INDIRECTO Y UTILIDADES		25,00%	3,33
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			16,65
	VALOR PRESUPUESTADO			16,65

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
Proyecto:	Planta de tratamiento de aguas servidas de la isla Isabela, Cantón Puerto Villamil.			
Nombre:	Francisco Gabriel Rubio Vega			
Rubro:	Limpieza final	Fecha:	25/04/2014	
Detalle:		Código:	21	
		Unidad:	m²	
EQUIPO				
Descripción	Cantidad A	Precio/Hora B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Herramienta Menor (5% Mano de Ob				0,13
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL M				0,13
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Uni B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL N				0,00
MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad A	SRH B	Rendimiento C	Costo Total D = A*B*C
Albañil	1	8,76	0,12	1,05
Peón	2	6,21	0,12	1,49
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				2,54
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio/Hora B	Costo Total C = A*B
				0,00
				0,00
				0,00
SUBTOTAL P				0,00
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)				2,67
INDIRECTO Y UTILIDADES			25,00%	0,67
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,34
VALOR PRESUPUESTADO				3,34

7.5. PRESUPUESTO

PLANTA DE TRATAMIENTO PUERTO VILLAMIL					
CÓD.	RUBRO	U	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Desbroce y limpieza	m ²	409	2,15	878,36
2	Trazado y replanteo	m ²	409	7,24	2960,63
3	Excavación a mano	m ³	12	21,57	258,85
4	Replanto de hormigón simple f'c 180kg/cm ²	m ³	45,88	246,07	11289,78
5	Hormigón simple f'c 210 kg/cm ²	m ³	303,57	334,62	101580,99
6	Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm ²	kg	30189,06	3,86	116644,35
7	Encofrado y desencofrado vertical	m ²	1152	35,87	41327,48
8	Enlucido vertical	m ²	1152	24,97	28760,88
9	Enlucido horizontal	m ²	808	31,26	25254,44
10	Tablero trifasico con instalación	u	1	66,19	66,19
11	Bomba centrífuga	u	2	487,55	975,10
12	Pintura externa	m ²	338	9,51	3213,28
13	Encofrado y desencofrado losa superior	m ²	404	36,93	14918,47
14	Arena para filtros	u	1	46,02	46,02
15	Ripio para filtro	u	1	23,70	23,70
16	Agua para controlar polvo	m ³	20	2,35	46,93
17	Charla a la población	u	2	164,38	328,75
18	Acarreo mecánico	m ³	15	4,00	60,00
19	Silla Yee 110 mm PVC	u	7	17,24	120,68
20	Tubería plástica	m	510	16,65	8493,02
21	Limpieza final	m ²	409	3,34	1364,50
				TOTAL	358612,41

6.6. CRONOGRAMA



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- La construcción de la planta de tratamiento es un proyecto muy beneficiario para la población, ya que va a reducir completamente el impacto ambiental negativo que estaba causando al medio natural al no tener el debido tratamiento de las aguas negras.
- Mejorará la calidad de vida de cada uno de los habitantes y se evitará en gran cantidad enfermedades que son causadas al tener contacto el todo ser vivo con el medio natural contaminado.
- La construcción, funcionamiento y mantenimiento de la planta de tratamiento generara una fuente de empleo para el personal local, en lo cual existirán familias que serán beneficiadas por este proyecto.
- Las aguas servidas tendrán un tratamiento primario, este proceso será suficiente para purificar el agua y desembocar al mar, ya que las aguas que se van a tratar son aguas negras y en la población no existe ningún tipo de industria.
- Con este proyecto al mejorar la calidad de vida de la población, también tendrá un beneficio turístico porque se tendrá mejores servicios para prestar a los visitantes.

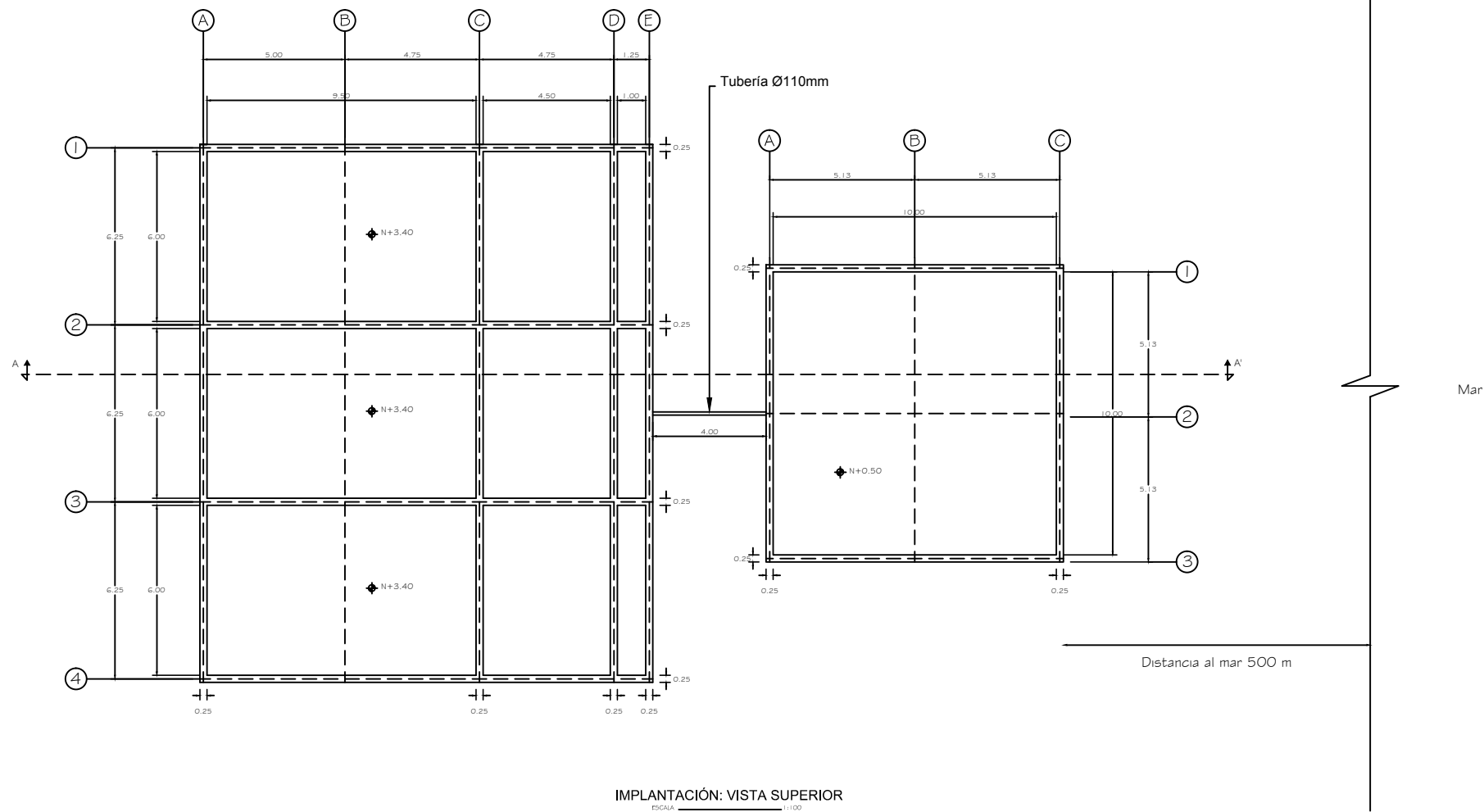
8.2. RECOMENDACIONES

- Es muy importante realizar la ejecución de este proyecto, ya que con este proyecto se estaría evitando gran contaminación que se viene produciendo y destruyendo gran parte de la flora y fauna.

7.3. BIBLIOGRAFÍA

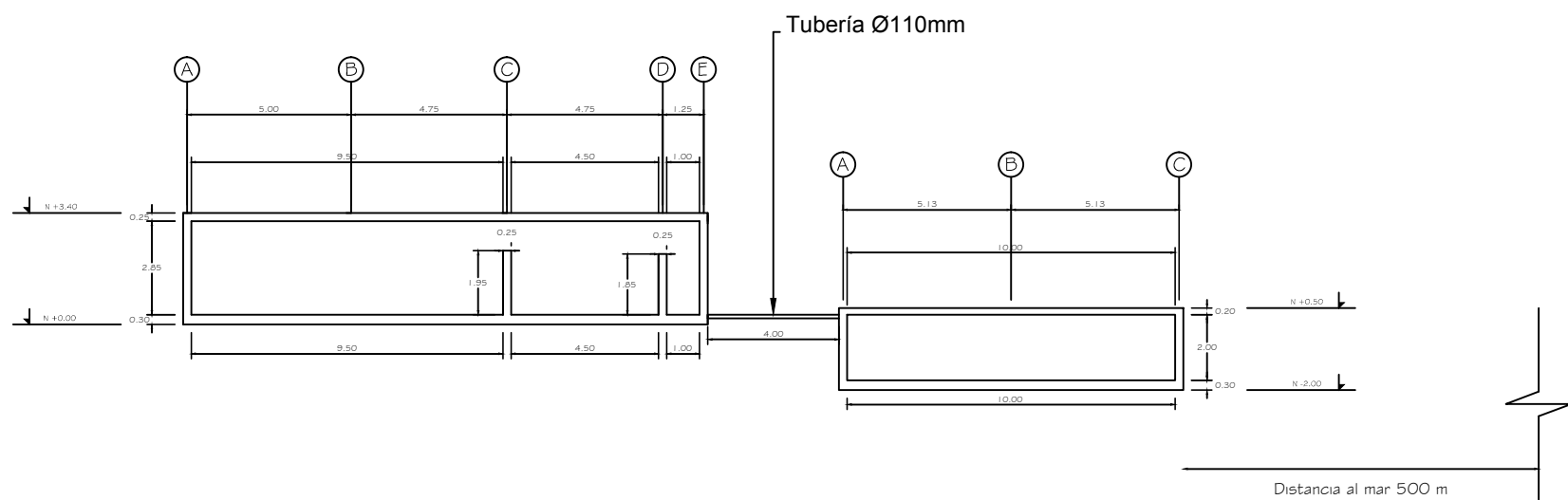
- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias; Subsecretaria de saneamiento Ambiental Y Obras Sanitarias; Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes
- Ing. Miguel Araque, Sanitaria III, Pontificia Código Ecuatoriano de la Construcción, Parte IX, Obras Sanitarias CO.
- Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua
- Ingeniería Sanitaria aplicada al Saneamiento y Salud Pública
- Norma Brasileña NBR 7229
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Escuela Civil, Ingeniería de Costos, In. Estuardo Páez.
- Abastecimiento de Agua y Alcantarillado “Ernest W Steel y J Bagaria” 3ra Edición.

ANEXO



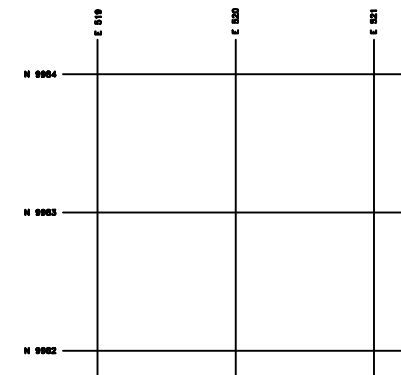
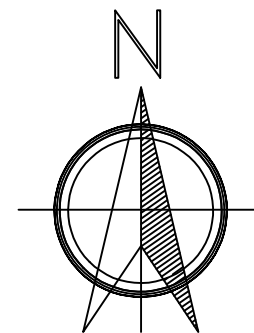
IMPLANTACIÓN: VISTA SUPERIOR

ESCALA 1:100



IMPLANTACIÓN: CORTE A-A'

ESCALA 1:100



UBICACION

ESCALA 1:25,000

PLANTA DE TRATAMIENTO

PROPIETARIO
GABRIEL RUBIO

REVISOR

CONTIENE:
IMPLANTACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO
Y TANQUE DE RESERVA

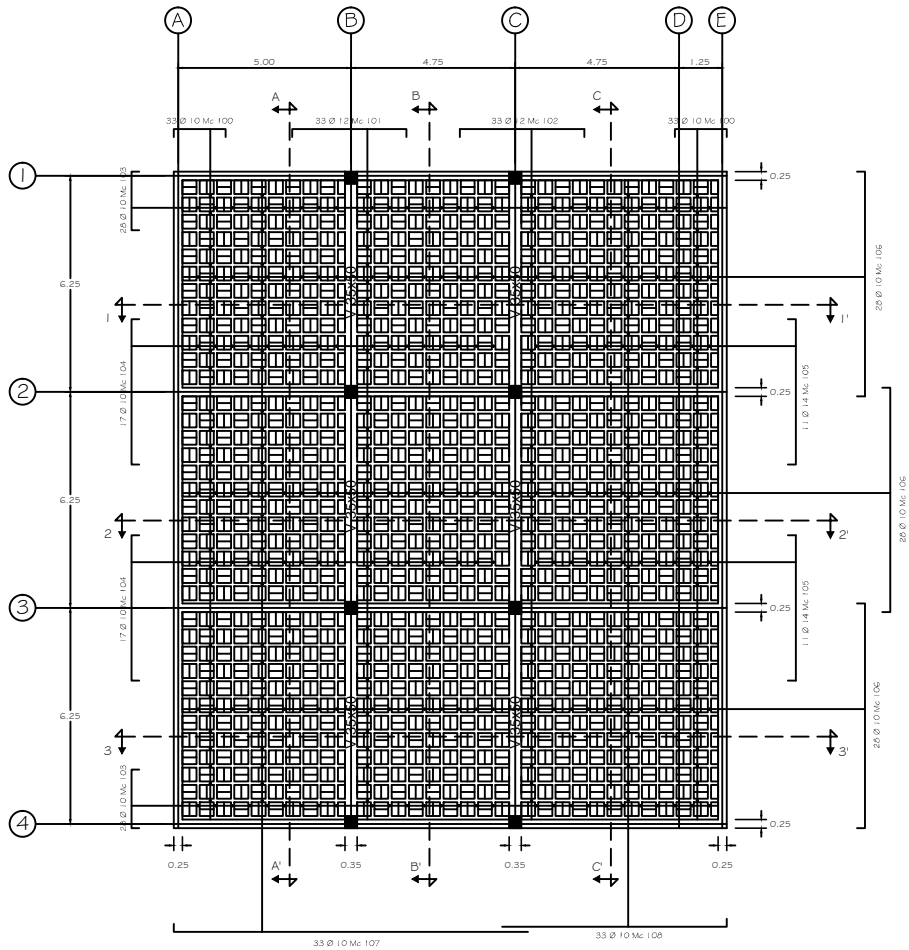
UBICACIÓN:
Puerto Villamil/Isabela/Galápagos

ESCALA:
1:100

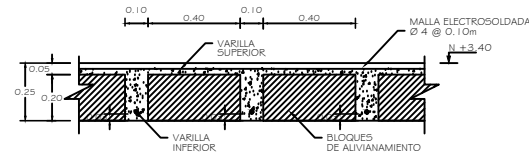
FECHA:
30/Marzo/2015

LÁMINA:
1 DE 7

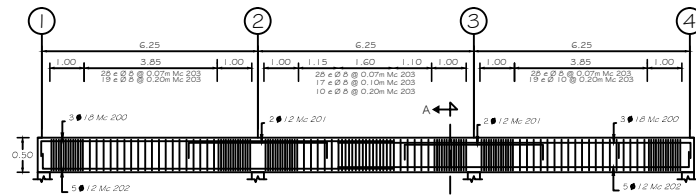
ESPACIO PARA SELLOS



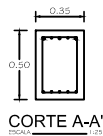
PLANTA LOSA N+3.40
ESCALA 1:100



DETALLE LOSA N+3.40
ESCALA 1:15



VIGA EJE B y C NIVEL N+3.40
ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:50

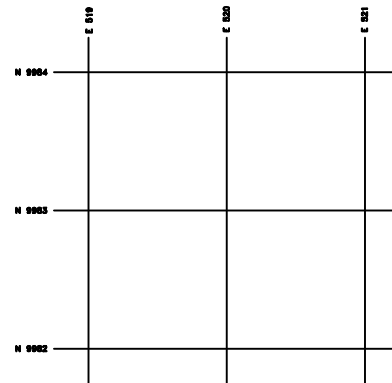
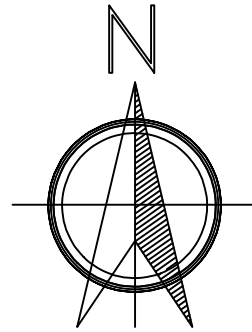


CORTE A-A'
ESCALA 1:15

Marca	Tipo	Ø	Cant. total	Dimensiones				Símbolo	Long (m)	Long. Total (m)	Peso (kg)
				a (m)	b (m)	c (m)	d (m)				
Losa Nivel N+3.40											
100	C	10	66	1.50	0.23	0.23			1.96	129.36	79.78
101	C	10	33	3.30	0.23	0.23			3.76	124.08	110.19
102	C	10	33	3.30	0.23	0.23			4.00	133.90	116.97
103	C	10	24	1.70	0.23	0.23			2.16	120.96	74.63
104	C	10	34	4.20	0.23	0.23			4.65	155.44	107.76
105	C	10	22	4.80	0.23	0.23			4.65	105.53	103.54
106	C	10	64	2.50	0.23	0.23			6.50	554.64	360.72
107	L	10	33	10.25	0.23				10.49	345.64	213.39
108	L	10	33	6.50	0.23				6.73	222.09	137.03
Vigas Nivel N+3.40											
200	L	10	12	10.25	0.23				10.49	125.76	251.27
201	C	10	8	4.00	0.23	0.23			4.40	35.68	31.65
202	L	10	20	10.25	0.23				10.49	209.60	106.12
203	D	2	296	0.27	0.42		0.10		1.36	470.64	185.88
Columnas											
300	C	20	14	3.15	0.20	0.20			3.55	56.80	216.86
301	C	20	14	3.15	0.20	0.20			3.55	56.80	140.07
302	D	2	260	0.27	0.27		0.10		1.26	332.60	131.46

	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
Peso unitario (kg/m)	0.395	0.617	0.866	1.208	1.998	2.466	3.853
Longitud total (m)	803.64	1561.33	503.34	102.52	125.76	56.80	56.80
Peso total (kg)	317.44	963.34	446.97	123.84	251.27	140.07	216.85

N+3.40	B1 - C1 - B4 - C4		B2 - C2 - B3 - C3	
	4u		4u	
N+2.60	Vanillas: • 4Ø25 Mc 300		Vanillas: • 4Ø20 Mc 301	
N+1.00	Estribos: 1Ø8 @ 8cm Mc 302 (en L2) 1Ø8 @ 15cm Mc 302 (en L1)		Estribos: 1Ø8 @ 8cm Mc 302 (en L2) 1Ø8 @ 15cm Mc 302 (en L1)	
N+0.00				



UBICACION
ESC 1:25,000

PLANTA DE TRATAMIENTO

PROPIETARIO
GABRIEL RUBIO

REVISOR

No. DE PREDIO:

CLAVE CATASTRAL:

CONTIENE:

PLANTA DE TRATAMIENTO
LOSA Y VIGAS NIVEL N+3.40

UBICACIÓN:

Puerto Villamil/Isabela/Galápagos

ESCALA:

ESC. HORIZONTAL 1:100
ESC. VERTICAL 1:50

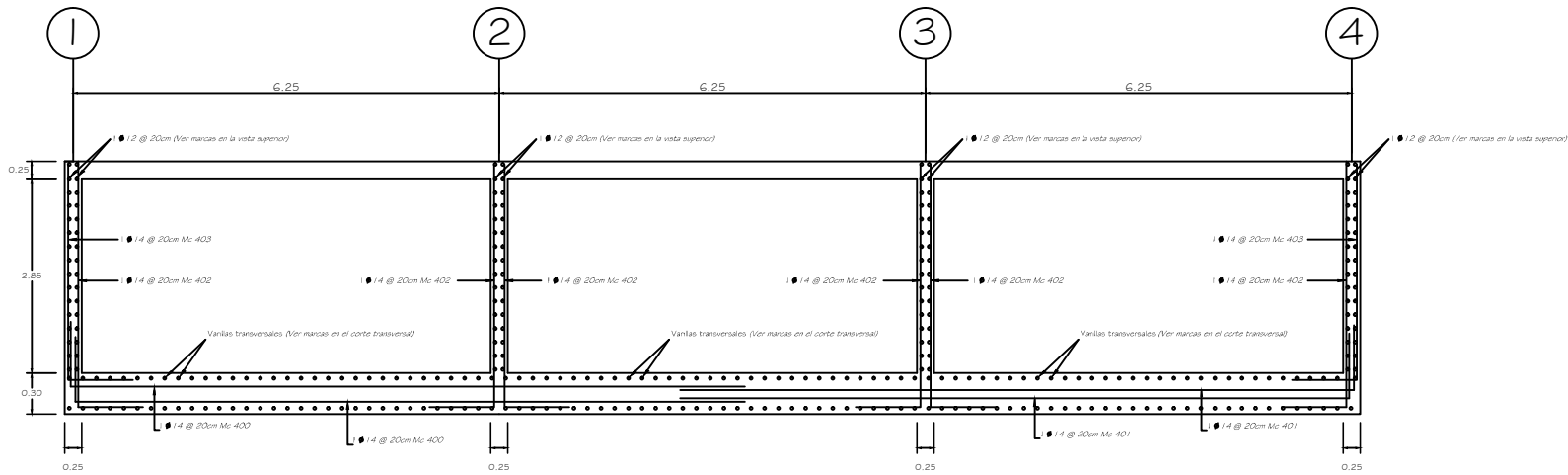
FECHA:

30/Marzo/2015

LÁMINA:

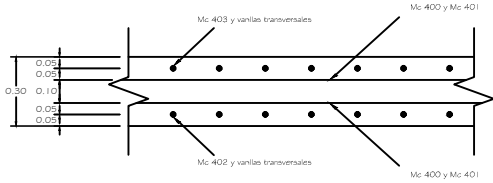
2 DE 7

ESPACIO PARA SELLOS



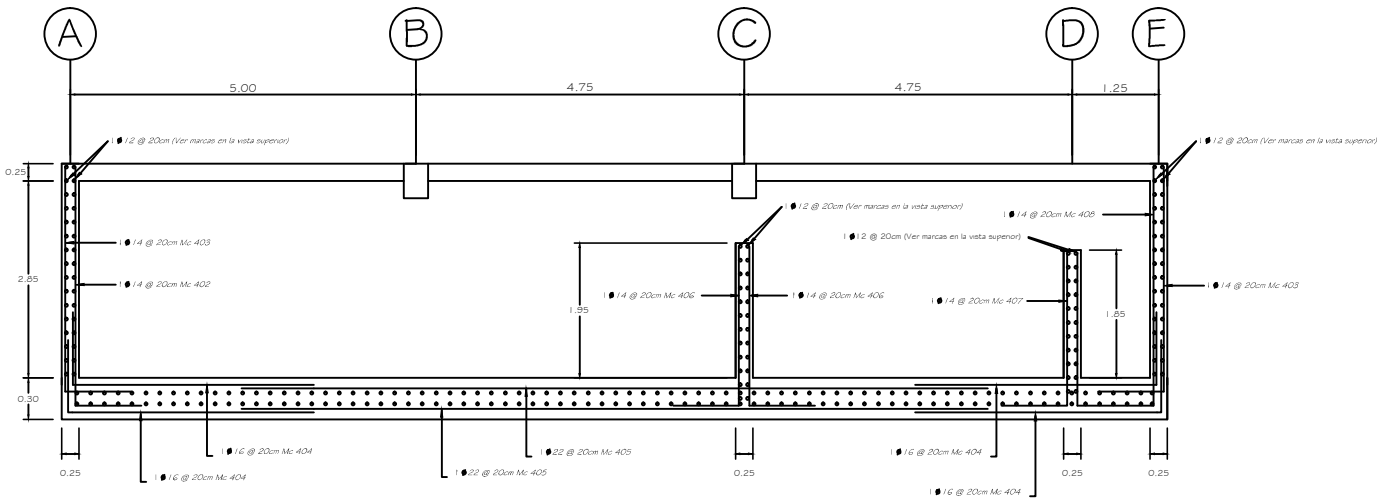
CORTES A-A', B-B' y C-C'

ESC. VERTICAL LOSA INFERIOR 1:50
ESC. VERTICAL LOSA INFERIOR 1:25



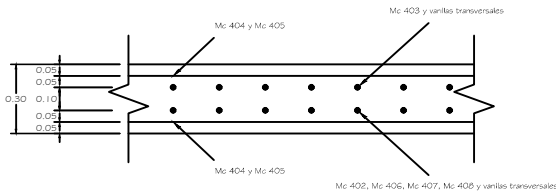
CORTES A-A', B-B' y C-C', DETALLE LOSA INFERIOR

ESCALA 1:15



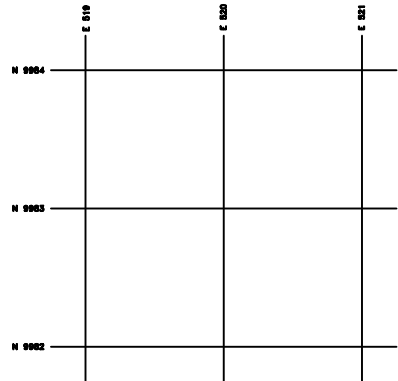
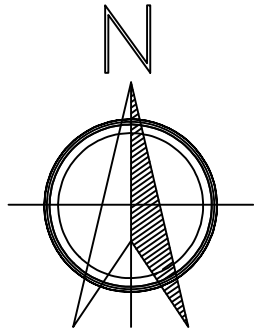
CORTES 1-1', 2-2' y 3-3'

ESC. VERTICAL LOSA INFERIOR 1:50
ESC. VERTICAL LOSA INFERIOR 1:25



CORTES 1-1', 2-2' y 3-3', DETALLE LOSA INFERIOR

ESCALA 1:15



UBICACION
ESC 1:25,000

PLANTA DE TRATAMIENTO

PROPIETARIO
GABRIEL RUBIO

REVISOR

No. DE PREDIO:

CLAVE CATASTRAL:

CONTIENE:

PLANTA DE TRATAMIENTO
SECCIONES TRANSVERSALES DE MUROS

UBICACIÓN:

Puerto Villamil/Isabela/Galápagos

ESCALA:

ESC. VERTICAL LOSA INFERIOR 1:50
ESC. VERTICAL LOSA INFERIOR 1:25

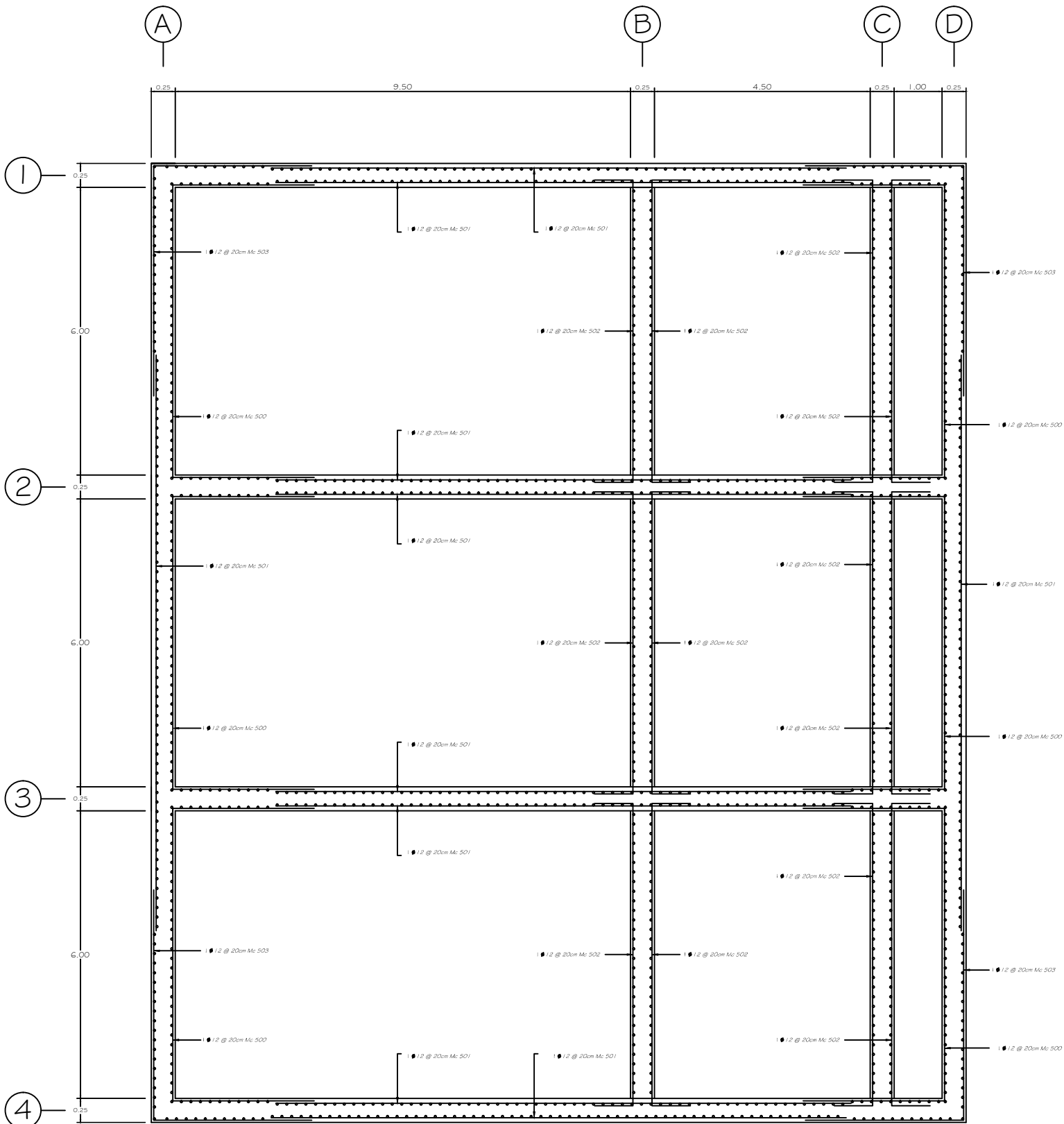
FECHA:

30/Marzo/2015

LÁMINA:

3 DE 7

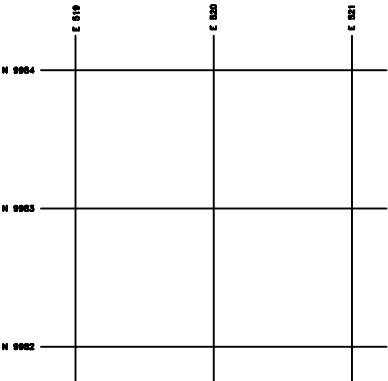
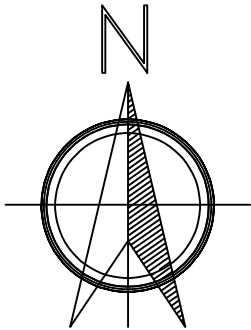
ESPACIO PARA SELLOS



VISTA SUPERIOR
ESC. ESPESOR DE PAREDES 1:25

Marca	Tipo	Ø	Cant. Total	Dimensiones				Símbolo	Long (m)	Long Total (m)	Peso (kg)
				a (m)	b (m)	c (m)	g (m)				
Varillas Verticales de Paredes y Lora Interior											
400	L	14	124	9.50	0.95				10.55	1779.40	2149.52
401	L	14	124	9.50	0.95				10.55	1779.40	2149.52
402	L	14	500	3.30	0.95				4.25	1641.50	2031.25
403	L	14	500	3.10	0.95				4.05	1617.50	1772.34
404	L	16	354	3.45	1.05				4.50	1728.00	2756.78
405	L	16	192	10.60					10.60	2075.60	3272.14
406	L	14	150	2.10	0.95				3.05	549.00	643.19
407	L	14	90	2.00	0.95				2.95	269.50	320.72
408	L	14	90	3.25	1.10	2.00			5.35	571.00	690.37
Varillas Horizontales de Paredes											
500	C	12	96	6.10	2.95	2.95			12.00	1152.00	1052.96
501	L	12	120	3.7					12.00	1400.00	1704.96
502	C	12	138	6.10	0.60	0.60			7.30	1002.60	943.59
503	L	12	64	2.75	4.25				7.00	448.00	397.63

	Ø 12	Ø 14	Ø 16
Peso unitario (kg/m)	0.886	1.208	1.578
Longitud total (m)	4582.00	8780.55	3801.60
Peso total (kg)	4068.82	10606.90	5998.92



UBICACION
ESC 1:25,000

PLANTA DE TRATAMIENTO

PROPIETARIO
GABRIEL RUBIO

REVISOR

No. DE PREDIO:

CLAVE CATASTRAL:

CONTIENE:

PLANTA DE TRATAMIENTO
VISTA SUPERIOR DE MUROS

UBICACIÓN:

Puerto Villamil/Isabela/Galápagos

ESCALA:

ESC. ESPESOR DE PAREDES 1:25

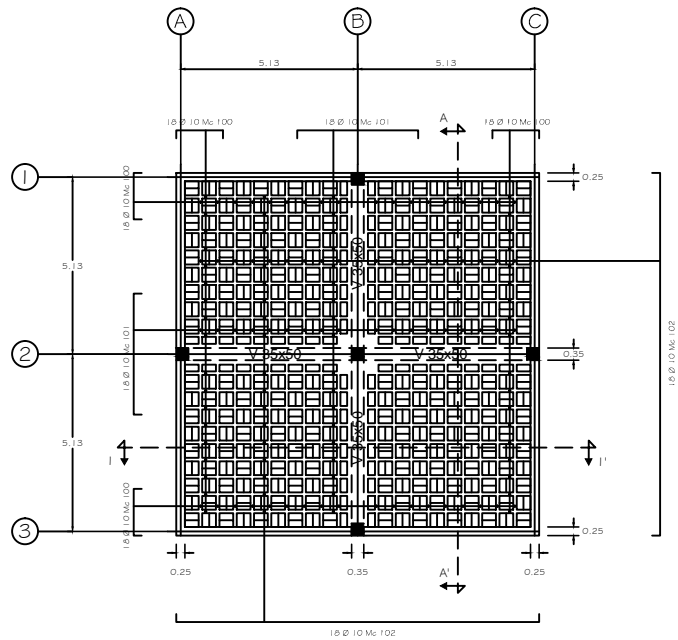
FECHA:

30/Marzo/2015

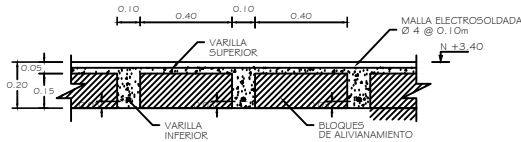
LÁMINA:

4 DE 7

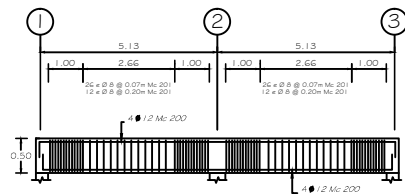
ESPACIO PARA SELLOS



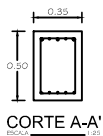
PLANTA LOSA N+2.50
ESCALA 1:100



DETALLE LOSA N+2.50
ESCALA 1:15



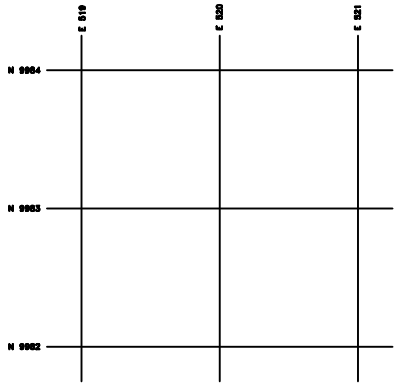
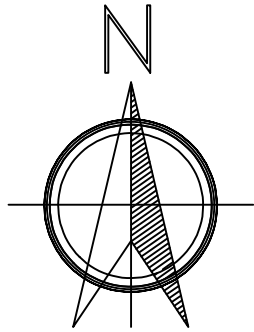
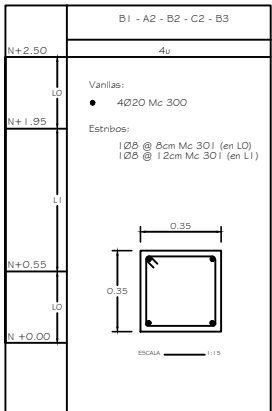
VIGA EJE B y 2 NIVEL N+2.50
ESC. HORIZONTAL 1:100
ESC. VERTICAL 1:50



CORTE A-A'
ESCALA 1:25

Marca	Tipo	Ø	Cant. total	Dimensiones				Símbolo	Long (m)	Long. Total (m)	Peso (kg)
				1 (m)	2 (m)	3 (m)	4 (m)				
Losa Nivel N+3.40											
100	C	10	72	3.35	0.23	0.23			1.51	150.32	20.41
101	C	10	36	3.50	0.23	0.23			3.96	142.56	27.96
102	C	10	36	10.50	0.23	0.23			10.96	394.56	243.44
Vigas Nivel N+3.40											
200	C	14	16	10.40	0.23	0.23			10.86	173.76	209.91
201	O	8	152	0.27	0.42		0.10		1.56	240.16	94.66
Columnas											
300	C	20	16	2.40	0.20	0.20			2.80	44.80	110.48
301	O	25	108	0.27	0.27		0.10		1.28	134.40	53.04

	Ø 8	Ø 10	Ø 14	Ø 20
Peso unitario (kg/m)	0.395	0.617	1.206	2.466
Longitud total (m)	374.56	667.44	173.76	44.80
Peso total (kg)	147.95	411.81	209.81	110.48



UBICACION
ESC 1:25,000

PLANTA DE TRATAMIENTO

PROPIETARIO

GABRIEL RUBIO

REVISOR

No. DE PREDIO:

CLAVE CATASTRAL:

CONTIENE:

TANQUE DE RESERVA
LOSA Y VIGAS NIVEL N+2.50

UBICACIÓN:

Puerto Villamil/Isabela/Galápagos

ESCALA:

ESC. HORIZONTAL 1:100
ESC. VERTICAL 1:50

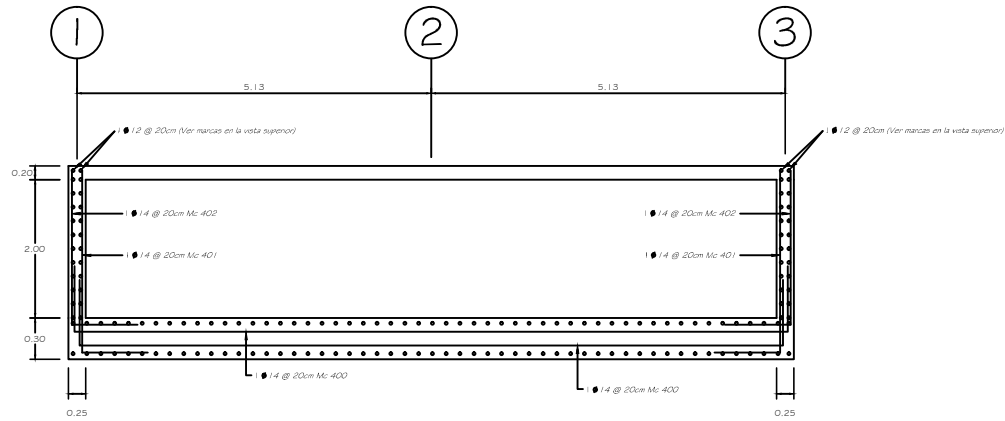
FECHA:

30/Marzo/2015

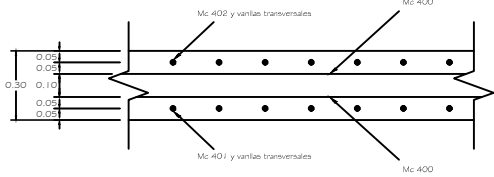
LÁMINA:

5 DE 7

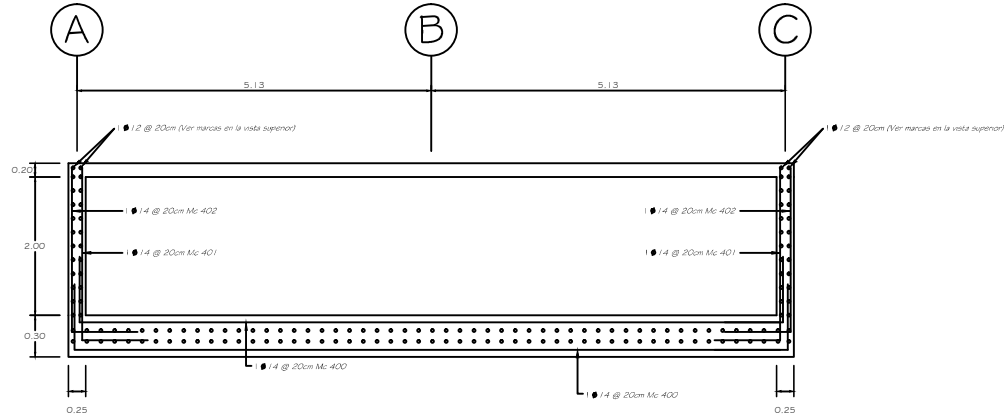
ESPACIO PARA SELLOS



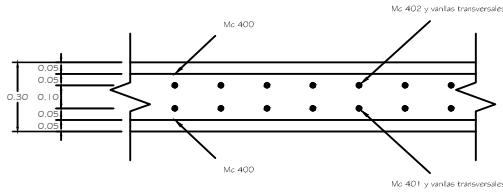
CORTE A-A'
ESC. VERTICAL LOSA INTERIOR 1/50
1/25



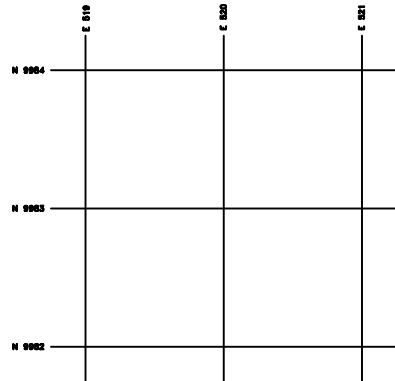
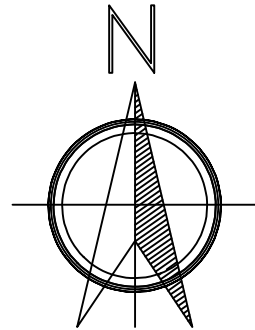
CORTE A-A' DETALLE LOSA INFERIOR
ESCALA 1/15



CORTE 1-1'
ESC. VERTICAL LOSA INTERIOR 1/50
1/25



CORTES 1-1' DETALLE LOSA INFERIOR
ESCALA 1/15



UBICACION
ESC 1:25,000

PLANTA DE TRATAMIENTO

PROPIETARIO
GABRIEL RUBIO

REVISOR

No. DE PREDIO:

CLAVE CATASTRAL:

CONTIENE:

TANQUE DE RESERVA
SECCIONES TRANSVERSALES DE MUROS

UBICACIÓN:

Puerto Villamil/Isabela/Galápagos

ESCALA:

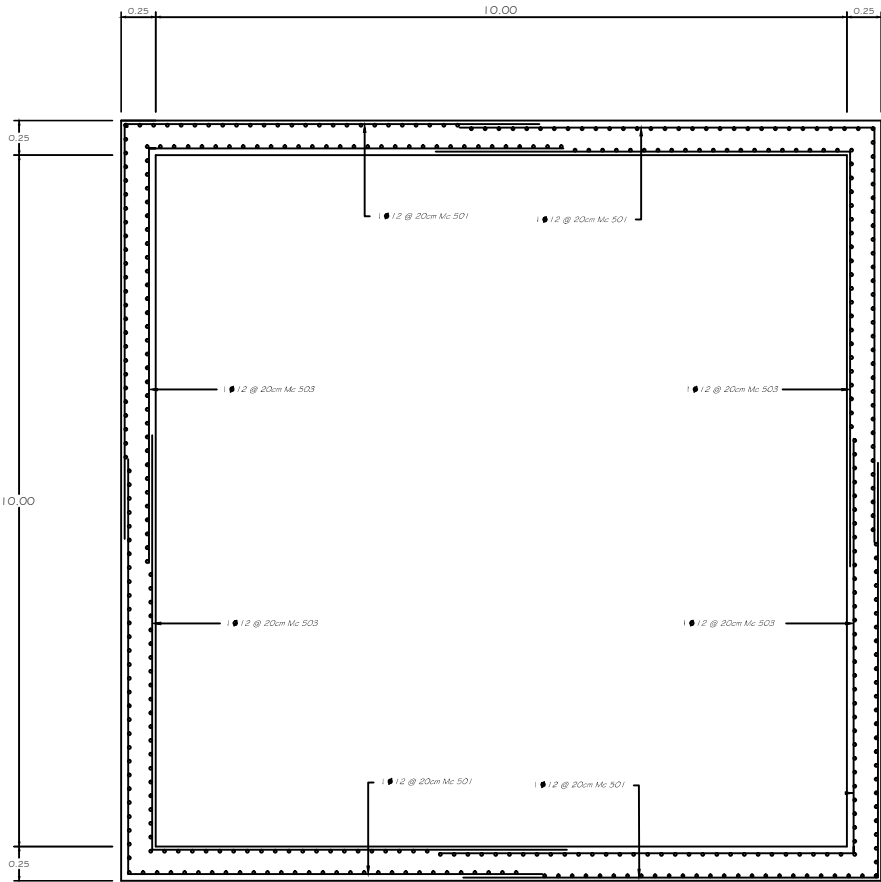
FECHA:

30/Marzo/2015





LÁMINA:

6 DE 7

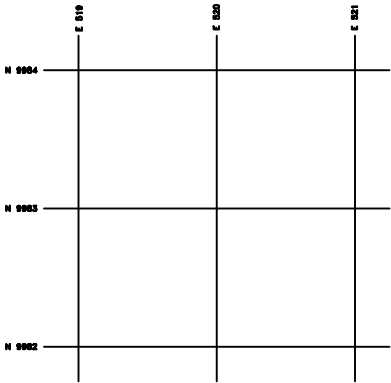
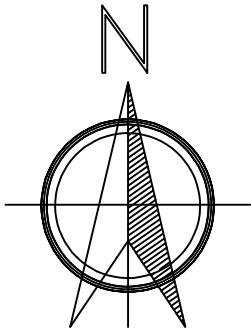
ESPACIO PARA SELLOS



VISTA SUPERIOR
ESC. 1:50
ESC. ESPESOR DE PAREDES 1:25

Marca	Tipo	Ø	Cant. total	Dimensiones			Símbolo	Long. (m)	Long. Total (m)	Peso (kg)
				Ø (m)	h (m)	c (m)				
Varillas Verticales de muros y Loba Inferior										
400	C	12	200	10.40	0.80	0.80		12.00	2400.00	2689.20
401	L	14	216	2.40	0.95			3.35	723.60	674.11
402	L	14	204	2.20	0.95			3.15	642.60	776.26
Varillas Horizontales de Finales										
500	L	12	96	6.00	6.00			12.00	1152.00	1022.88

	Ø 12	Ø 14
Peso unitario (kg/m)	0.885	1.206
Longitud total (m)	1152.00	3766.20
Peso total (kg)	1022.88	4549.57



UBICACION
ESC 1:25,000

PLANTA DE TRATAMIENTO

PROPIETARIO	REVISO
GABRIEL RUBIO	

No. DE PREDIO:	CLAVE CATASTRAL:

CONTIENE:	TANQUE DE RESERVA VISTA SUPERIOR DE MUROS
-----------	--

UBICACIÓN:
Puerto Villamil/Isabela/Galápagos

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
ESC. 1:50 ESC. ESPESOR DE PAREDES 1:25	30/Marzo/2015	7 DE 7

ESPACIO PARA SELLOS